



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

“REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE AUXILIAR SEGÚN EL MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL HELICÓPTERO GAZELLE SA 342-L PARA LA CAPACITACIÓN PRÁCTICA DE LOS ALUMNOS DEL CURSO DE AEROTÉCNICOS DE LA ESPECIALIDAD DE HELICÓPTEROS EN LA “ESCUELA TÉCNICA DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO”.

AUTORA: LESANO VARGAS JESSICA RUFINA

Trabajo de graduación para la obtención del título de:

TECNÓLOGA EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN  
AVIONES

LATACUNGA, ENERO 2015

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS–ESPE**  
**UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**  
**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por la Srta. LESANO VARGAS JESSICA RUFINA, como requisito previo a la obtención del Título de TECNÓLOGA EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES.

---

**Tlgo. Alejandro Proaño.**  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Latacunga, 27 de Enero del 2015.

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS–ESPE  
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS  
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

**LESANO VARGAS JESSICA RUFINA**

**DECLARO QUE:**

El proyecto de grado denominado **“Rehabilitación del sistema de combustible auxiliar según el manual de mantenimiento del Helicóptero Gazelle SA 342-L para la capacitación práctica de los alumnos del curso de aerotécnicos de la especialidad de helicópteros en la “Escuela Técnica de Aviación del Ejército”**, ha sido desarrollado en base a una investigación científica exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las paginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la biografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

---

**Lesano Vargas Jessica Rufina**  
**C.C: 1805038518**

Latacunga, 27 de Enero del 2015.

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE  
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS  
AUTORIZACIÓN**

Yo Lesano Vargas Jessica Rufina

Autorizo a la universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE la publicación en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo **“rehabilitación del sistema de combustible auxiliar según el manual de mantenimiento del Helicóptero Gazelle SA 342-L para la capacitación práctica de los alumnos del curso de aerotécnicos de la especialidad de helicópteros en la “Escuela Técnica de Aviación del Ejército”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusividad responsabilidad y autoría.

---

**Lesano Vargas Jessica Rufina  
C.C: 1805038518**

Latacunga, 27 de Enero del 2015.

## DEDICATORIA

### **A Dios.**

Por brindarme la vida y permitirme culminar con éxitos mi carrera profesional, además de su infinita bondad y amor.

### **A mis Padres.**

Por ser el pilar fundamental en mi vida y brindarme todo su apoyo e inculcarme buenos valores, para así llegar a ser una persona de bien y no solamente en mi formación académica, sino también por ser las personas más importantes para mi crecimiento como persona, gracias por brindarme todo su apoyo y haber sido siempre mi fuente de inspiración para así día tras día pueda cumplir mis metas y llegar a lo más alto de la cumbre.

### **A mis hermanos.**

Por brindarme todo su amor, cariño y paciencia, por todos sus ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan, por sus grandes consejos, por todo su apoyo y sobre todo por estar siempre conmigo en todo momento.

### **A mis tíos.**

Por ser las personas más cariñosas y brindarme toda su comprensión y apoyo moralmente con esos consejos de perseverancia y autoestima, siempre brindándome una sonrisa y dando lo mejor de ellos y formar parte de mi supuración.

LESANO VARGAS JESSICA RUFINA.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi Dios por permitirme culminar con éxitos esta etapa de mi vida académica, a mis padres, a mis hermanos y a mis queridos tíos, quienes supieron, educarme y formarme como un ente productivo en la sociedad, además de brindarme su apoyo incondicional para guiarme por el camino del bien.

A la Unidad de gestión de Tecnologías “UGT”, donde adquirí todo el conocimiento y enseñanzas que hoy llevo en mi mente y en mi corazón.

También me gustaría agradecer a todo el personal de Docentes porque durante toda mi vida estudiantil han aportado vigorosamente con mi formación académica, y en especial a mis profesores de carrera por sus consejos, su enseñanza y más que todo por su amistad.

A la Fuerza Terrestre y dividida en entidades de apoyo para la aviación como son el CEMAE 15 y a la ETAE por brindarnos todas las facilidades de realizar nuestro proyecto de grado en sus prestigiosas instalaciones.

Al Tlgo. Alejandro Proaño por ser un guía en mi vida profesional, por brindarnos todos sus conocimientos como docente y tutor de nuestro tema de grado, así como también quiero agradecerle por su maravillosa amistad.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles por su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos buenos así como también en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y aportado en mi vida y por todas sus bendiciones.

Srta. Lesano Vargas Jessica

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN .....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD .....	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xv
SUMMARY .....	xvii

### CAPÍTULO I

#### EL TEMA

1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Planteamiento del Problema .....	2
1.3 Justificación .....	2
1.4 Objetivos .....	3
1.4.1 Generales .....	3
1.4.2 Específicos.....	4
1.5 Alcance .....	4

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción .....	5
2.1.1 El Gazelle en la Aviación del Ejército del Ecuador.....	5
2.2 Presentación de la aeronave .....	6
2.2.1 Principales misiones son:.....	6
2.2.3 Principales características .....	6
2.2.4 Equipamiento .....	7
2.2.5 Características principales.....	7
2.2.6 Características generales .....	7

2.3 Estructuras.....	9
2.3.1 Funciones de la estructura.....	10
2.3.2 Presentación de la estructura.....	10
2.3.2.1 La estructura tubular .....	11
2.3.2.2 La estructura sándwich .....	11
2.3.2.3 La estructura vidriosa o transparente.....	12
2.3.2.4 Aleación ligera .....	13
2.4 Sistema de combustible.....	13
2.4.1 Combustible .....	13
2.4.1.2 Combustible para motores recíprocos (avgas-100/130) .....	14
2.4.1.3 Combustible para motores de turbina (JP1).....	15
2.5 Generalidades del sistema de combustible.....	15
2.6 Función del sistema .....	16
2.7 Refueling.....	16
2.7.1 Sistema de combustible por Gravedad .....	16
2.7.2 Sistema de combustible por Presión.....	17
2.7.2.2 Sistemas de combustible del avión ATA 28 .....	17
2.8 Elementos y componentes que forman parte del sistema auxiliar de combustible. ....	18
2.9 Reservorio auxiliar .....	20
2.9.1 Llenado – Transferencia – Puesta Al Aire Libre.....	20
2.10 Componentes del sistema auxiliar de combustible .....	21
2.10.1 Reservorio.....	21
2.10.1.1 Tipos de tanques o reservorios de combustible.....	22
2.10.1.2 Tanques integrales.....	22
2.10.1.2.1 Características: .....	22
2.10.1.3 Tanques desmontables rígidos .....	22
2.10.1.4 Tanques exteriores .....	23
2.10.2 Líneas de combustible .....	23
2.10.2.1 Tipos de cañerías.....	23
2.10.3 Abrazaderas, racores y empaques .....	24
2.10.4 Herrajes de fijación .....	24



2.10.5 Filtros .....	24
2.10.5.1 Partes del filtro de combustible .....	24
2.10.6 Bombas .....	25
2.10.6.1 Bomba de cebado (booster) .....	26
2.10.6.2 Bomba de transferencia .....	26
2.10.7 Válvulas .....	27
2.10.7.1 Tipos de válvulas .....	27
2.10.8 Respiradero del tanque suplementario .....	28
2.10.9 Indicadores de combustible .....	29
2.10.9.1 Transmisor de nivel de combustible .....	29
2.10.9.2 Mano-contactador diferencial .....	29
2.10.10 Sumidero .....	30

### **CAPÍTULO III**

#### **DESARROLLO DEL TEMA**

3.1. Preliminares .....	31
3.2 Ubicación del Helicóptero Gazelle SA 342-L en el área de trabajo .....	31
3.3 Limpieza .....	33
3.4 Reconocimiento del sistema .....	34
3.5 Estudio de alternativas .....	34
3.5.1 Descripción de Alternativas .....	35
3.5.1.1 Primera alternativa .....	35
3.5.1.2 Segunda alternativa .....	35
3.5.2 Análisis de la Factibilidad .....	36
3.5.2.1 Primera Alternativa .....	36
3.5.2.1.1 Ventajas .....	36
3.5.2.1.2 Desventajas .....	36
3.5.2.2 Segunda alternativa .....	37
3.5.2.2.1 Ventajas .....	37
3.5.2.2.2 Desventaja .....	37
3.5.3 Estudio de factibilidad .....	37

3.5.3.1 Factor técnico .....	38
3.5.3.2 Factor económico.....	38
3.5.4 Matriz de evaluación y decisión	38
3.5.5 Selección de la mejor alternativa. ....	39
3.6 Rehabilitación .....	39
3.6.1 Manuales, herramientas y equipos a utilizar .....	39
3.7 Procedimientos .....	44
3.7.1 Rehabilitación del sistema auxiliar de combustible .....	44
3.7.1.2 Limpieza de la parte central inferior de la base de soporte del tanque de combustible. ....	44
3.7.1.3 Rehabilitación del transmisor del nivel de combustible del tanque auxiliar.....	44
3.7.1.4 Rehabilitación del mano-contactador diferencial auxiliar. ....	46
3.7.1.5 Rehabilitación de la bomba de transferencia de combustible .....	47
3.7.1.6 Limpieza y conexión de los ductos de fluido del sistema auxiliar de combustible .....	47
3.7.1.7 Rehabilitación y conexión del tanque auxiliar de combustible .....	48
3.7.1.8 Rehabilitación de los ductos de ventilación del sistema auxiliar de combustible .....	50
3.7.1.9 Rehabilitación y conexión del sumidero de combustible .....	51
3.7.1.10 Instalación de tapas y orificios de accesos al sumidero.....	53
3.8 Diagramas de procesos .....	54
3.8.1 Diagrama de procesos del desmontaje y montaje del transmisor del nivel de combustible del tanque auxiliar. ....	55
3.8.2 Instalación del mano-contactador diferencial.....	57
3.8.3 Proceso del desmontaje y montaje de la bomba de transferencia.....	59
3.8.4 Proceso de conexión de los ductos de fluido del sistema auxiliar de combustible.....	61
3.8.5 proceso de montaje de los respiraderos del sistema auxiliar de combustible.....	63
3.8.6 Proceso de instalación del sumidero.....	65
3.8.7 Proceso de instalación de las tapas de acceso al sumidero .....	67

3.8.8 Diagramas generales de la rehabilitación del sistema de combustible auxiliar .....	69
3.9 Pruebas de funcionamiento .....	70
3.9.1 Primera prueba de funcionamiento del sistema de combustible auxiliar .....	70
3.9.2 Segunda prueba de funcionamiento del sistema de combustible principal .....	72
3.10 Descripción de manuales.....	73
3.10.1 Tipos de Manuales.....	74
3.10.1.1 Manual de Operación.....	74
3.10.1.2 Manual de mantenimiento .....	74
3.11 Presupuesto.....	80
3.11.1 Análisis de costos .....	80
3.11.1.1 Costos Primarios:.....	80
3.11.1.2 Costos Secundarios: .....	80
3.11.1.3 Costo total del proyecto de grado .....	80
3.11.1.5 Costos secundarios.....	81
3.11.1.6 Costo total del proyecto de grado. ....	82

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1 Conclusiones .....	83
4.2 Recomendaciones .....	83
GLOSARIO .....	85
ABREVIATURAS .....	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87
ANEXOS .....	88

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO II

Figura 2. 1 Helicóptero Gazelle SA 342 - L.....	5
Figura 2. 2 Vistas del Helicóptero Gazelle SA 342 - L .....	8
Figura 2. 3 Dimensiones del helicóptero Gazelle SA342L .....	8
Figura 2. 4 Estructura Del Helicóptero Gazelle SA342L .....	9
Figura 2. 5 Estructura tubular.....	11
Figura 2. 6 Estructura Sandwich .....	12
Figura 2. 7 Estructura vidriosa o transparente .....	12
Figura 2. 8 Materiales Estructurales Utilizados.....	13
Figura 2. 9 Combustibles.....	14
Figura 2. 10 Sistema De Combustible Por Gravedad .....	17
Figura 2. 11 Sistema De Combustible .....	18
Figura 2. 12 Componentes Del Sistema Auxiliar De Combustible .....	19
Figura 2. 13 Tanque Desmontable Rígido .....	22
Figura 2. 14 Tipos De Cañerías .....	24
Figura 2. 15 Partes del filtro.....	25
Figura 2. 16 Bomba Booster .....	26
Figura 2. 17 Válvula De Transferencia.....	27
Figura 2. 18 Pulsadores De Drenaje.....	28
Figura 2. 19 Orificios de Puesta al Aire Libre.....	28

Figura 2. 20 Transmisor De Nivel De Combustible .....	29
Figura 2. 21 Mano-contactor Diferencial .....	30
Figura 2. 22 Sumidero .....	30

### **CAPÍTULO III**

Figura 3. 1 Helicóptero Gazelle en los exteriores del hangar del BAE15.....	32
Figura 3. 2 Helicóptero Gazelle SA 342-L ubicándolo en área de trabajo dentro del hangar del CEMAÉ. ....	32
Figura 3.3 Helicóptero Gazelle SA 342-L ubicado en los hangares del CEMAÉ. ....	33
Figura 3. 4 Limpieza Del helicóptero Con Aire.....	33
Figura 3. 5 Herramientas utilizadas en la rehabilitación de los componentes del sistema auxiliar de combustible. ....	40
Figura 3. 6 Listado de materiales de protección personal.....	41
Figura 3. 7 Planta Auxiliar .....	42
Figura 3. 8: Manual de Mantenimiento.....	43
Figura 3. 9 Limpieza de la parte central inferior de la base del soporte del tanque auxiliar de combustible.....	44
Figura 3. 10 Limpieza exterior del tanque auxiliar del sistema de combustible.....	45
Figura 3. 11 Desinstalación del transmisor de nivel de combustible.....	45
Figura 3. 12 Reinstalación del transmisor de nivel de combustible.....	46
Figura 3. 13 Instalación del Manocontactor Diferencial .....	46
Figura 3. 14 Reinstalación de la bomba de transferencia .....	47

Figura 3. 15 Limpieza de cañerías.....	48
Figura 3. 16 Sujeción del tanque en la parte superior de la estructura central de la aeronave. ....	49
Figura 3. 17 Conexión de las cañerías de salida de combustible hacia el tanque.....	49
Figura 3. 18 Colocación de racores y abrazaderas de sujeción de las cañerías. ....	50
Figura 3. 19 Respiraderos del sistema auxiliar de combustible. ....	50
Figura 3. 20 Colocación De Sellos.....	51
Figura 3. 21 Sellamiento con PRC del ducto de entrada del filtro.....	52
Figura 3. 22 Colocación y conexión del sumidero en la aeronave .....	52
Figura 3. 23 Instalación de la tapa se acceso al sumidero.....	53
Figura 3. 24 Instalación de la mica con sus respectivos pernos. ....	53
Figura 3. 25 fuga de combustible.....	72
Figura 3. 26Rehabilitación del sistema auxiliar de combustible principal.....	73

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO II

Tabla 2. 1 Elementos del sistema auxiliar de combustible.....	20
---	----

### CAPÍTULO III

Tabla 3. 1 Partes que conforman el sistema de combustible.....	34
Tabla 3. 2 Matriz de evaluación y decisión .....	38
Tabla 3. 3 Codificación de Herramientas .....	40
Tabla 3. 4 Codificación de Materiales .....	41
Tabla 3. 5 Codificación de los equipos de protección individual .....	42
Tabla 3. 6 Simbología de los diagramas de procesos .....	54
Tabla 3. 7 Proceso del desmontaje y montaje del transmisor.....	56
Tabla 3. 8 Proceso de montaje del manocontactor.....	58
Tabla 3. 9 Proceso del desmontaje y montaje de la bomba de transferencia.....	60
Tabla 3. 10 Proceso de conexión de las cañerías del sistema auxiliar de combustible.....	62
Tabla 3. 11 Proceso de montaje del respiradero del tanque auxiliar. ....	64
Tabla 3. 12 Proceso de instalación del sumidero.....	66
Tabla 3. 13 Proceso de instalación de las tapas de acceso al sumidero. ....	68
Tabla 3. 14 Costos Primarios.....	81
Tabla 3. 15 Total costos secundarios .....	81
Tabla 3. 16 Total costos del proyecto de grado .....	82

## RESUMEN

La **rehabilitación** del sistema de combustible auxiliar del **helicóptero Gazelle SA- 342 L**, tiene como finalidad servir como material de instrucción para los alumnos de la escuela técnica de aviación del ejército con el fin de que complementen sus **conocimientos** teóricos con la práctica. El presente proyecto brindará toda la información necesaria sobre conocimientos generales del helicóptero, así como también detallara su **funcionamiento**, sus partes y componentes utilizados en el sistema de combustible auxiliar, con el fin de facilitar una mejor adaptación con el sistema. Una vez realizada la rehabilitación del sistema de combustible auxiliar, esta le permitirá al estudiante desenvolverse en el sistema en una forma real y no minimizada, ya que el sistema consta y tiene todos sus elementos originales con el fin de cumplir las expectativas planteadas. Se describe también todos los procesos y pasos utilizados para el mantenimiento y operación del sistema de combustible auxiliar, proporcionando así toda la información en el transcurso del proyecto hasta su culminación, también se detallara el presupuesto necesario utilizado en la rehabilitación del sistema. También se cuenta con la ayuda de **manuales** técnicos los cuales nos permitirán un mejor desempeño, al momento de realizar alguna acción en el sistema, estos manuales nos **benefician** y nos proporcionan toda información requerida para complementar nuestras fluctuaciones.

Palabras claves: Rehabilitación, helicóptero Gazelle, conocimientos, funcionamiento, manuales, benefician.



## SUMMARY

The **rehabilitation** of auxiliary fuel system **Gazelle helicopter** SA-342 L, aims to serve as instructional material for students of technical military aviation school in order to supplement their theoretical knowledge with practice.

This project will provide all necessary information on general **knowledge** of the helicopter, as well as detailing its **performance**, parts and components used in the auxiliary fuel system in order to facilitate better adaptation to the system.

Once the rehabilitation of auxiliary fuel system, this will allow the student to navigate the system in a real and not minimized, since the system has and has all its original features to meet the expectations expressed. All processes and steps used for the maintenance and operation of the auxiliary fuel system, providing all the information in the course of the project to completion, the necessary budget used in the rehabilitation of the system is also detailing is also described.

It also has the help of technical **manuals** which will allow us to better performance when performing any action on the system, these manuals **benefit** us and provide all information required to complement our fluctuations.

Keywords: Rehabilitation, Gazelle helicopter, knowledge, performance, manuals, benefit.

# CAPÍTULO I

## EL TEMA

### 1.1 Antecedentes

La primera Brigada de Aviación del Ejército N° 15 “PAQUISHA” fue integrada a la fuerza terrestre, en el año de 1954, la cual tomo el nombre de Servicio Aéreo del Ejército S.A.E. Con el paso del tiempo da un paso gigantesco, y se convierte en Aviación del Ejército Ecuatoriano y transformándose en una Unidad Operativa con la capacidad de operar helicópteros, aviones de transporte, y de combate. Con la creación de estas dos entidades el SAE y la Aviación del Ejército, paralelamente, nació el mantenimiento de aeronaves. Progresivamente, se incrementó el personal y los medios en esta área técnica, para lo cual crean un centro de capacitación llamada Escuela técnica de Aviación del Ejército ETAE – 15, con el fin de formar técnicamente al personal de Aerotécnicos.

Durante todo el proceso de evolución de la Escuela Técnica de Aviación del Ejército, se han diseñado CD interactivos para ayudar a la formación técnica de los militares, los mismos que se encuentran en los talleres y bibliotecas de la unidad para satisfacer las necesidades del personal de mantenimiento que se instruyen en el helicóptero Gazelle.

Hoy en día con el propósito de generar un proyecto práctico e innovador para fortalecer y superar todas las falencias de los aerotécnicos mediante el desarrollo la rehabilitación del sistema auxiliar de combustible, creando así un aprendizaje adecuado en el cual los aerotécnicos puedan desarrollar sus actividades dentro del ámbito aeronáutico, ya que en la institución no cuenta con un instrumento pedagógica que apoye directamente a la instrucción y enseñanza de los alumnos en lo concerniente a la especialidad de Helicópteros.

## **1.2 Planteamiento del Problema**

La Brigada de Aviación del Ejército N° 15 "PAQUISHA" presta sus servicios en beneficio de la colectividad trabajando día a día y sin descanso con el fin de capacitar continuamente al personal y tener sus instalaciones y talleres en óptimas condiciones, en las cuales existen diferentes especialidades como Mecánica de Aviones y Mecánica de Helicópteros, las mismas se dividen en Mecánica de Motores, Aviónica, Armamento Aéreo, Equipo de Tierra, Logística, Seguridad, Tránsito Aéreo y Documentación Técnica para proporcionarles los mejores servicios a la sociedad.

Los continuos avances tecnológicos no van conjuntamente con la preparación de los alumnos que se capacitan en esta Escuela, de tal manera no puedan realizar prácticas reales, más estas no cuentan con las mejoras necesarias, y se han visto reducidas sus opciones de aprendizaje al no contar con los instrumentos necesarios y actuales para su preparación, ya que la misma carece de material practico que facilite un adecuado proceso de enseñanza para los estudiantes de las diferentes aeronaves.

De no dar solución a estos problemas seguirán conservándose las falencias, en cuanto a habilidades y destrezas se refiere ya que la aviación es un mundo en constante evolución y por ende sus técnicos necesitan actualizar sus conocimientos constantemente. Así como también es imprescindible la renovación y actualización del material didáctico existente en la Escuela para que los alumnos puedan perfeccionar sus conocimientos y realizar una apropiada labor de mantenimiento en las aeronaves.

## **1.3 Justificación**

El trabajo que se realizó beneficiará a la Escuela Técnica de Aviación del Ejército ya que contará con un proyecto muy innovador y práctico, mediante el cual se desarrollan nuevas técnicas y métodos para que los

alumnos de dicha institución conciban nuevos conocimientos en clase y así fortalezcan las habilidades y destrezas de un técnico aeronáutico.

Debido al desarrollo práctico del estudiante y la implementación de nuevas herramientas que ayuden a las nuevas generaciones a mejorar su preparación práctica en el campo aeronáutico para ello es necesario que obtengan conocimientos más completos acerca del sistema auxiliar de combustible del Helicóptero Gazelle AS 342 – L, que son poco conocidos e indispensables para el correcto funcionamiento de la aeronave.

Esto ayudará a:

- Adquirir aprendizajes significativos sustentables que permitirá al estudiante tener mayor conocimiento en el ámbito laboral – profesional.
- La manipulación de partes y componentes de un sistema auxiliar de combustible para las correspondientes prácticas.

Por lo mencionado es importante la Rehabilitación del Sistema de Combustible Auxiliar Según el Manual de Mantenimiento del Helicóptero Gazelle SA 342-L Para la Capacitación Práctica de los Alumnos de la “ESCUELA TÉCNICA DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO”

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Generales**

Rehabilitar el Sistema de Combustible Auxiliar con la ayuda del Manual de Mantenimiento del Helicóptero Gazelle SA 342-L Para la Capacitación Práctica de los Alumnos del Curso de Aerotécnicos de la Especialidad De Helicópteros en la “Escuela Técnica De Aviación Del Ejército”

### 1.4.2 Específicos

- Seleccionar alternativas de solución al problema planteado.
- Recopilar información referente al material práctico existente en la Escuela Técnica de Aviación del Ejército.
- Realizar un estudio de las condiciones actuales en que se encuentra el sistema de Combustible auxiliar del Helicóptero Gazelle SA 342 – L.
- Analizar especificaciones técnicas del material para la construcción, aplicando las correspondientes normas y medidas de seguridad.
- Ejecutar la rehabilitación del sistema Combustible auxiliar del Helicóptero Gazelle SA 342 -L.
- Realizar las pruebas de funcionamiento y operación correspondientes del sistema de Combustible auxiliar del Helicóptero Gazelle SA 342 - L.

### 1.5 Alcance

Este proyecto práctico está dirigido para todo el personal de aerotécnicos que actualmente se capacitan en la Escuela Técnica de Aviación del Ejército, específicamente para el personal técnico en aviación de la especialidad de Helicópteros, así como al personal de técnicos que ya han realizado cursos en la misma y que a la vez será fuente de ayuda para todos aquellos interesados en el tema, permitiendo fomentar la eficiencia profesional del personal de mantenimiento aeronáutico.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Introducción

##### 2.1.1 El Gazelle en la Aviación del Ejército del Ecuador



**Figura 2. 1** Helicóptero Gazelle SA 342 – L

**Fuente:** Manual de vuelo

En la década del 80 del siglo XX, la Aviación del Ejército del Ecuador recibe sus primeros helicópteros Aerospatiale SA 330 Puma y SA 315 Lama, que recibieron en 1985 un refuerzo de varios helicópteros AS-332 Súper Puma y SA-342 Gazelle, de ataque y de reconocimiento, equipados con misiles.

En 2002 los Gazelle fueron modernizados con tecnología israelita, recibiendo sistemas de navegación y sistemas nuevos para los misiles, estos sistemas aumentaran la eficiencia tanto de los misiles, como de los cohetes disparados por los Gazelle SA 342L.

Estos helicópteros están equipados con contenedores artillados para apoyo a tropas de infantería en el teatro de operaciones. Cada aeronave porta dos contenedores lanzacohetes, con capacidad para doce proyectiles de 70 mm de cada lado.

## **2.2 Presentación de la aeronave**

El helicóptero Gazelle SA 342 L es un aparato ligero polivalente de construcción Franco Británico, propulsado por un Turbo Motor TURBOMECA AZTAZOU XIV de tipo Turbina Ligada la que arrastra un rotor principal compuesto por 3 palas y un rotor anti-torque de 13 palas.

Beneficiado por un estudio aerodinámico muy profundo, El Gazelle es el primer Helicóptero en el mundo en recibir un rotor de tipo sumergido con palas en material compuesto y seguridad integrada, un rotor anti-torque carenado llamado Fenestrón integrado en una larga deriva.

### **2.2.1 Principales misiones son:**

Los helicópteros SA-342L son destinados a cumplir las misiones de:

- Reconocimiento
- Observación
- Entrenamiento de tripulaciones
- Transporte de Carga Ligera
- Evacuación Sanitaria
- Soporte de Armamento Ligero

### **2.2.3 Principales características**

- Fácil pilotaje
- Campo de visión máxima
- Gran confiabilidad demostrada

### 2.2.4 Equipamiento

- Misiles Anti Tanque HOT
- Cañón de 20 mm.
- Misiles AS 11 y AS 12
- Lanza Rockets anti Personal, Fumígenas, Carga Cruzada.

### 2.2.5 Características principales

- MODELO: SA-342-L
- FABRICACION: Francesa
- MISIONES: Combate (anti delincucional)
- Reconocimiento
- Evacuación Aero médica
- Abastecimientos
- PESO MAX.: 1.900 kg.
- CAPACIDAD MAX.: 5 Personas
- FACIL PILOTAJE
- GRAN MANIOBRABILIDAD
- GRAN CAMPO DE VISION

### 2.2.6 Características generales

Dimensiones principales aproximadas en metros:

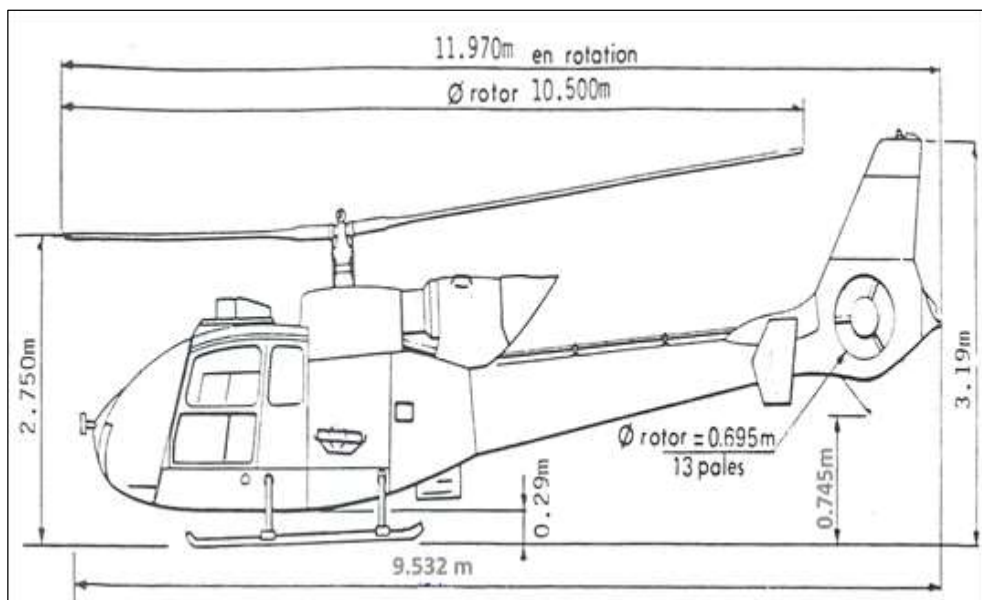
- |                      |        |
|----------------------|--------|
| ➤ Diámetro del rotor | 10.500 |
| ➤ Longitud total     | 11.972 |
| ➤ Altura             | 3.192  |





**Figura 2. 2Vistas del Helicóptero Gazelle SA 342 - L**

**Fuente:**



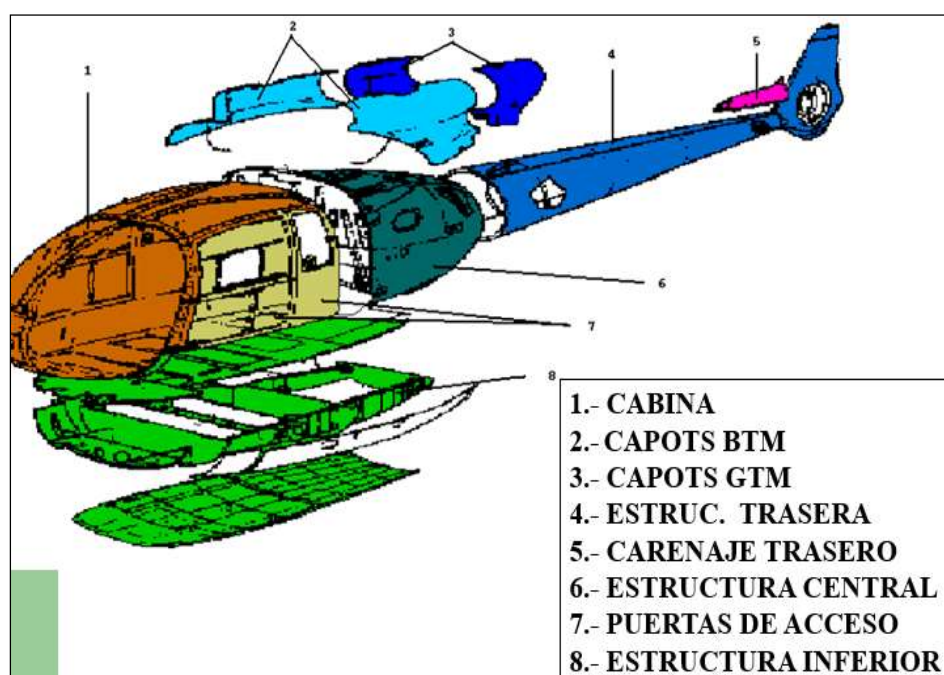
**Figura 2. 3Dimensiones del helicóptero Gazelle SA342L**

**Fuente:** Manual de vuelo

## 2.3 Estructuras

La estructura de una aeronave está formada por multitud de piezas fabricadas a partir de chapas, perfiles extruidos, tubos, piezas forjadas, moldeadas, mecanizadas, etc. Que deben unirse entre sí para constituir subconjuntos, que a su vez terminarán por formar la aeronave.

El Helicóptero Gazelle por sus misiones y por sus características necesita de una estructura liviana y resistente para responder a las demandas de resistencia y adaptabilidad en vuelo, es por estas razones que el constructor en base a estudios realizados a determinado cuales son los materiales más adecuados, los mismos que cumplen con las exigencias internacionales de aeronavegabilidad.



**Figura 2. 4** Estructura Del Helicóptero Gazelle SA342L

**Fuente:** Manual de vuelo

### 2.3.1 Funciones de la estructura

Las funciones de las estructuras de aeronaves son:

- Definir la forma aerodinámica de la aeronave.
- Soportar las cargas aerodinámicas, de peso, empuje, impactos, etc. que se producen en su servicio.
- Proteger tanto a los equipos e instalaciones propias de la aeronave como a las personas o equipos transportados de las condiciones ambientales.

### 2.3.2 Presentación de la estructura

Los SA342-L son unos helicópteros carenados con la célula compuesta de una amplia composición de paneles tipo sándwich metálico.

Estos paneles están constituidos de dos revestimientos externo e interno de tol de aleación ligera y un recubrimiento en nido de abejas metálico expansivo, todo pegado en caliente lo hace ligero y rígido.

La estructura se compone de las siguientes partes:

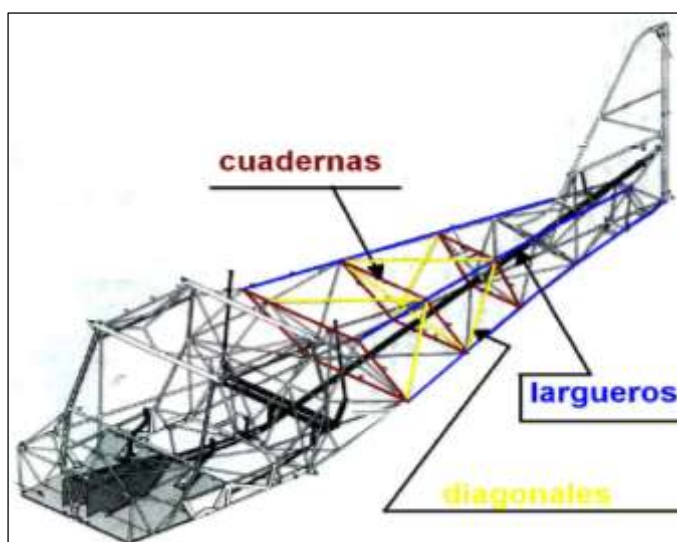
- El fuselaje
- El aterrizador
- Las puertas de acceso
- Los capotajes

Existen varios tipos de estructuras que son aplicadas a diferentes partes del helicóptero Gazelle y en algunos casos dan características particulares de resistencia:

- Estructura Tubular
- Estructura Sándwich
- Estructura Vidriosa o Transparente

### 2.3.2.1 La estructura tubular

Este tipo de construcción en tole de aleaciones ligeras, representa un tipo de realización clásica a partir de Cuadros y largueros que son organizados en forma longitudinal los cuales constituyen los transversales o costillas de las uniones están hechos por remache. Las costillas sirven de puntos de fijación de los elementos y conjuntos mecánicos por su mayor resistencia transmiten los esfuerzos a todas las uniones y revestimientos.



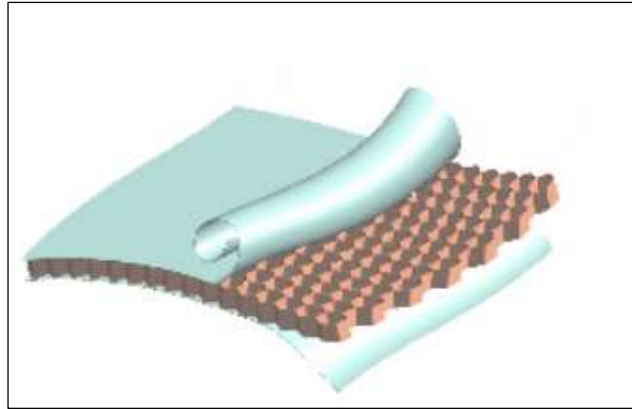
**Figura 2. 5** Estructura tubular

**Fuente:** <http://www.cetac.info/index.php/cursos/modulos-de-lma/66-modulo-11-a-aerodinamica-estructuras-y-sistemas-de-aviones-de-turbina>

### 2.3.2.2 La estructura sándwich

Está constituida por una estructura llamada “NIDO DE ABEJAS” la cual está formada por: la matriz y el refuerzo, estas son pegadas entre dos revestimientos o planchas, ya sean estas metálicas o en estratificado. La estructura sándwich asegura una gran rigidez por una débil masa en consecuencia ella soporta más las presiones puntuales. Los problemas más frecuentes son el levantamiento de una de las planchas de revestimiento o la deformación de una de ellas, la verificación se la realiza por sondeo sonoro,

las reparaciones son relativamente delicadas, este tipo de estructura se utiliza en la parte central del Gazelle.

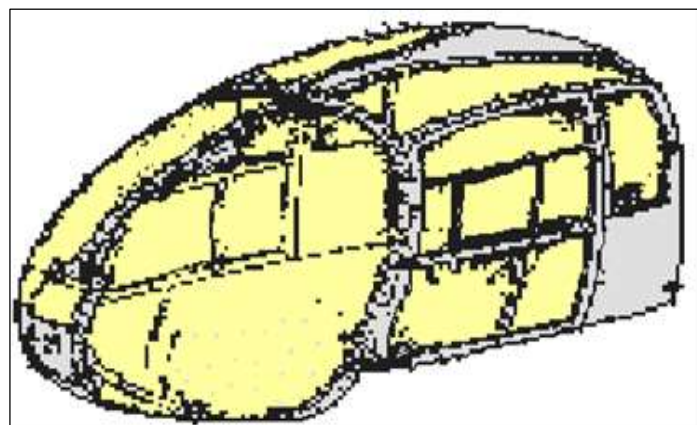


**Figura 2. 6**Estructura Sandwich

**Fuente:**<http://www.cetac.info/index.php/cursos/modulos-de-lma/66-modulo-11-a-aerodinamica-estructuras-y-sistemas-de-aviones-de-turbina4>

### 2.3.2.3 La estructura vidriosa o transparente

Está constituida por un armazón tubular soldado en aleación ligera en los cuales son instalados paneles transparentes (Plexiglás, Vidrio Plástico), los cuales permiten una gran visibilidad a los miembros de la tripulación.



**Figura 2. 7**Estructura vidriosa o transparente

**Fuente:** Manual de vuelo

### 2.3.2.4 Aleación ligera

Utilizados generalmente en la parte exterior del helicóptero por su consistencia y ligereza permiten mantener un peso óptimo para el vuelo.



**Figura 2. 8** Materiales Estructurales Utilizados.

**Fuente:** Manual de vuelo

## 2.4 Sistema de combustible

### 2.4.1 Combustible

Se llama combustible a toda sustancia que al combinarse con el oxígeno produce energía calórica. En realidad todos los elementos químicos de la naturaleza o sus combinaciones constituyen combustibles; la diferencia entre unos y otros es la temperatura necesaria para que se produzca la combustión.

Los combustibles pueden ser: Sólidos, líquidos y gaseosos. En la aviación solo se utilizan los combustibles líquidos y son producto de la destilación del petróleo.

### 2.4.1.2 Combustible para motores recíprocos (avgas-100/130)

La gasolina de aviación (Avgas) debe tener ciertas características tales como: Homogeneidad, valor antidetonante, volatilidad, resistencia a la oxidación y pureza.

De estos requisitos el principal es el valor antidetonante, que se define como: La mayor o menor resistencia del combustible a ser inflamado en presencia del oxígeno y por la acción combinada de temperatura y presión.

La cualidad antidetonante se reconoce por un número llamado *índice octano* o sencillamente *octanaje*, el cual es específico para cada motor en particular. Por ejemplo una gasolina de 100-130 octanos significa que tiene una capacidad antidetonante que fluctúa entre 100 y 130 según las condiciones de mezcla con que funcione el motor.

Esta es una tabla en la que se indica el octanaje del combustible así como el color que lo identifica:



**Figura 2.9** Combustibles.

**Fuente:** Aviation Maintenance technician handbook Airframe Volumen\_2

### **2.4.1.3 Combustible para motores de turbina (JP1)**

Las primeras aeronaves en utilizar este tipo de combustibles fueron aeronaves militares y estas fueron equipadas con un tipo de queroseno denominado J.P.1. y J.P.2.

JP1: Es un hidrocarburo con un contenido mayor de carbono y mayor cantidad de azufre que el avgas. Se le agregan inhibidores para reducir la corrosión y oxidación, se le agregan antibacteriales y se le ponen aditivos para impedir la formación de hielo.

Es un combustible con un índice de congelación muy bajo (-76 F) por esta exigencia se finalizó su producción

El más conocido en la actualidad es el JET A- 1 queroseno pesado que posee un alto punto de encendido y un punto muy bajo de congelamiento. Tiene un valor muy pequeño de bloqueo por vapor por lo tanto una pérdida muy pequeña por evaporación a grandes alturas. Contiene más energía por galón que el avgas.

## **2.5 Generalidades del sistema de combustible**

Para el completo funcionamiento de una aeronave todos los sistemas en conjunto son de mucha importancia, así como también se puede decir que el sistema de combustible es importante y primordial. Es por esta razón se puede definir como el conjunto de elementos, instalaciones, mecanismos e indicadores que tiene la aeronave para almacenar la energía en forma de combustible líquido y suministrarlo al motor con la cantidad y presión requerida.

El tipo de combustible a suministrarse será mediante los requerimientos y recomendaciones del fabricante en los correspondientes manuales, pero en



forma general diremos que los motores de reacción utilizaran querosenos denominado JP1.

Referente al sistema de combustible, aparecerá en la ATA (Air Transport Asociación) con la numeración 28.

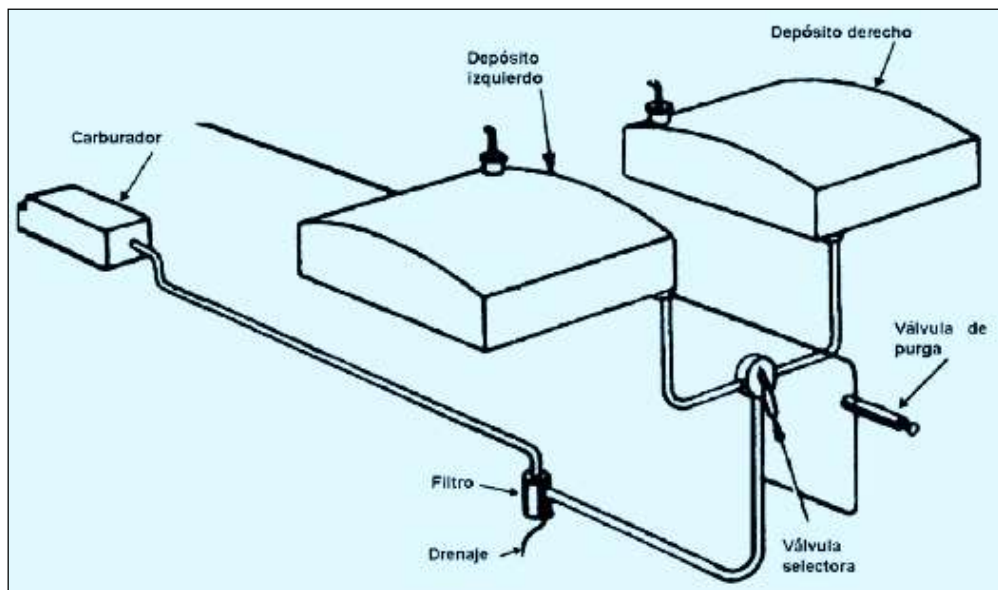
## **2.6 Función del sistema**

El propósito del sistema de combustible es almacenar el combustible y entregar una cantidad precisa, limpia y a la presión correcta, para satisfacer las exigencias del motor. De esta manera asegurando el correcto funcionamiento en todas las fases de vuelo, incluyendo los movimientos, las condiciones climáticas, las maniobras violentas y repentinas por las cuales la aeronave este atravesando, de esta forma se garantiza su total desempeño con seguridad y eficiencia.

## **2.7 Refueling**

### **2.7.1 Sistema de combustible por Gravedad**

Utilizado en aviones de baja potencia y mantienen un diseño básico los tanques están ubicados sobre el motor y a una distancia determinada para dar presión de combustible y flujo por gravedad.



**Figura 2. 10** Sistema De Combustible Por Gravedad

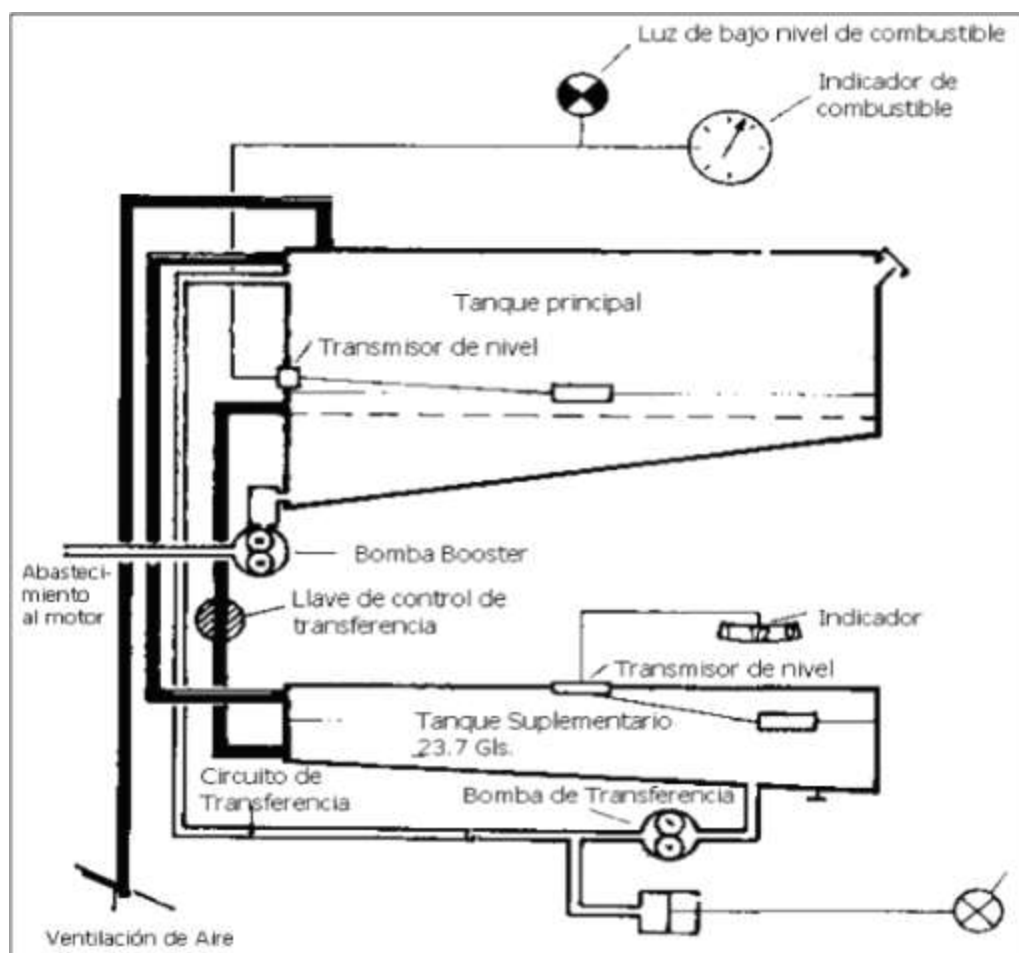
**Fuente:** Oñate Esteban, Conocimiento general del avión.

### 2.7.2 Sistema de combustible por Presión

Utilizado generalmente en aviones de alta potencia o comerciales, estos tanques no se instalan sobre el motor pero están alimentados por bombas eléctricas.

#### 2.7.2.2 Sistemas de combustible del avión ATA 28

Para este tipo de sistema por presión son necesarios una serie de componentes y partes como son: válvulas, bombas, transmisores, filtros, indicadores, tuberías tanto rígidas como flexibles, etc.; Estos elementos son esenciales y conforman el sistema de combustible.

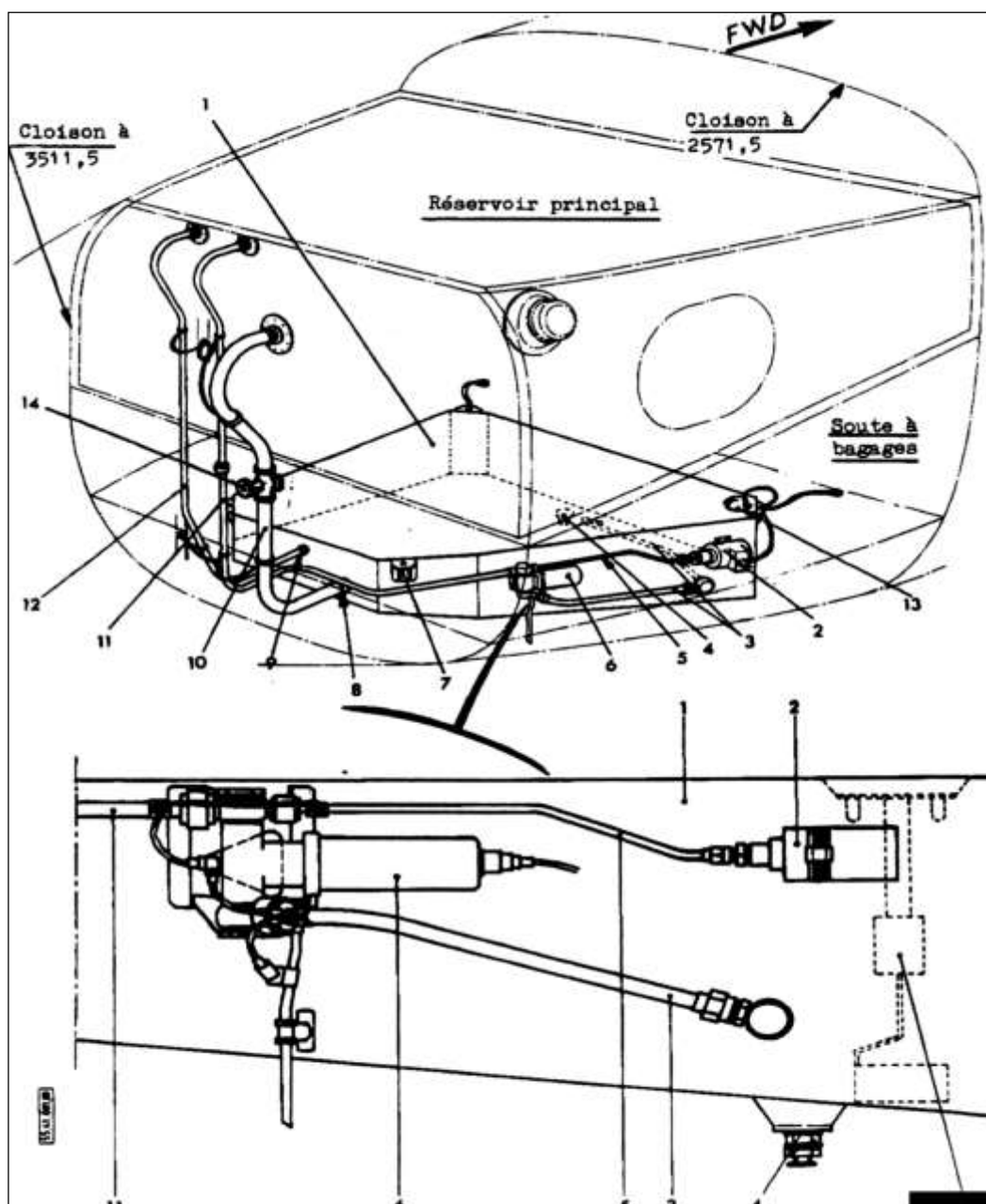


**Figura 2. 11**Sistema De Combustible

**Fuente:** Manual de Mantenimiento

## 2.8 Elementos y componentes que forman parte del sistema auxiliar de combustible.

El circuito de combustible está equipado con órganos y elementos que permiten su confiabilidad y funcionamiento estos se descomponen de la siguiente manera:



**Figura 2. 12**Componentes Del Sistema Auxiliar De Combustible

**Fuente:** Manual de Mantenimiento

**Tabla 2. 1**

Elementos del sistema auxiliar de combustible

<b>Sistema de combustible auxiliar</b>	
<b>1</b>	Reservorio Auxiliar
<b>2</b>	Mano-contactor Diferencial
<b>3</b>	Cañería de alimentación a la bomba
<b>4</b>	Pulsador de purga de combustible
<b>5</b>	Cañería del Mano-contactor Diferencial
<b>6</b>	Bomba de transferencia
<b>7</b>	Herrajes de fijación del reservorio
<b>8</b>	Acoples y abrazaderas de la cañería de salida de combustible
<b>9</b>	Acoples y seguros de la cañería de ventilación
<b>10</b>	Cañería de llenado
<b>11</b>	Cañería de transferencia
<b>12</b>	Cañería de puesta al aire libre o ventilación
<b>13</b>	Transmisor de combustible
<b>14</b>	Llave o válvula de control transferencia

## **2.9 Reservorio auxiliar**

El depósito es metálico de forma de poliedro, está instalado en la parte inferior de la estructura central y fijada sobre cuatro herrajes por medio de pernos, sobre la plancha del compartimiento. El reservorio tiene una capacidad de 90 litros (24 gls).

### **2.9.1 Llenado – Transferencia – Puesta Al Aire Libre.**

El llenado al reservorio suplementario es efectuado por gravedad desde el reservorio principal por medio de la tubería. Según versión, al aislamiento del reservorio suplementario es posible por medio de una llave manual.

La transferencia es asegurada por medio de la bomba. El combustible es aspirado por la tubería y elevado por la cañería llegando al depósito principal.

Un mano-contactador diferencial se comunica a la bomba por medio de la cañería, el mismo que indica el final de la transferencia iluminando un foco situado en el panel de instrumentos (presión inferior a 100 Mb).

El respiradero está asegurado al sistema del reservorio principal por medio de la cañería.

## **2.10 Componentes del sistema auxiliar de combustible**

### **2.10.1 Reservorio**

El reservorio del Helicóptero Gazelle permite la utilización del circuito y también dispone de las necesidades básicas. Almacenar el combustible y proporcionar el mismo al motor.

La colocación, tamaño, forma y construcción de los tanques varían con el tipo de misión y el tipo de avión, como cada tanque debe caber en el compartimiento en el cual debe ser colocado.

Son fabricados en aleaciones de aluminio montados sobre un soporte con fijaciones rápidas con la plancha de pasajeros.

### 2.10.1.1 Tipos de tanques o reservorios de combustible

#### 2.10.1.2 Tanques integrales

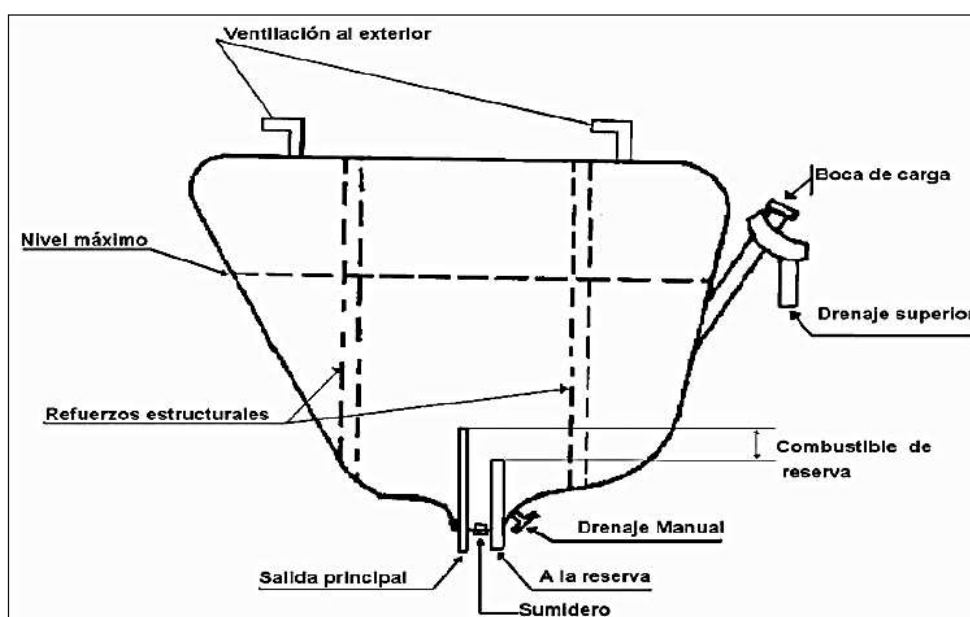
Forman parte de la estructura del avión o aeronave, aseguran la estanquidad en el proceso de fabricación, albergan sistemas anexos y son utilizados principalmente por aviones comerciales.

##### 2.10.1.2.1 Características:

- No añaden peso a la estructura
- Procesos rigurosos de fabricación y mantenimiento.

#### 2.10.1.3 Tanques desmontables rígidos

Son depósitos generalmente metálicos, que van fijados a la estructura mediante tornillos, son los primitivos y en la actualidad solo se utilizan en la aviación ligera.



**Figura 2. 13**Tanque Desmontable Rígido

**Fuente:** Oñate Esteban, Conocimiento general del avión.

#### 2.10.1.4 Tanques exteriores

Aumentan el alcance y / o la autonomía de la aeronave, son lanzables o fijos y son utilizados en aviones de combate, transporte y ejecutivos.

#### 2.10.2 Líneas de combustible

Las cañerías sirven para transportar el combustible de uno o más tanques hacia el motor.

- Todos los accesorios están unidos en el sistema por medio de cañerías
- El diámetro de la tubería se gobierna por los requisitos de flujo al motor
- No deberán tener dobladuras muy ceñidas.
- Se identifican por una franja de color ROJO

##### 2.10.2.1 Tipos de cañerías

En una aeronave son utilizadas los tipos de cañerías que vamos a describir a continuación:

**Cañerías rígidas:** Estas cañerías generalmente están hechas de aleación de aluminio.

**Cañerías flexibles:** Están hechas de caucho flexible sintético y tejido de obturación automático, diseñadas para resistir un intenso calor en el sistema del motor.





**Figura 2. 14**Tipos De Cañerías

**Fuente:** Aviation Maintenance technician handbook Airframe Volumen\_2

### 2.10.3 Abrazaderas, racores y empaques

Son elementos de sujeción, que ayudan a la unión de las cañerías, y con ello evitar fugas de combustible durante su recorrido a través del sistema.

### 2.10.4 Herrajes de fijación

Son elementos de fijación que se utilizan para unir 2 o más piezas de metal.

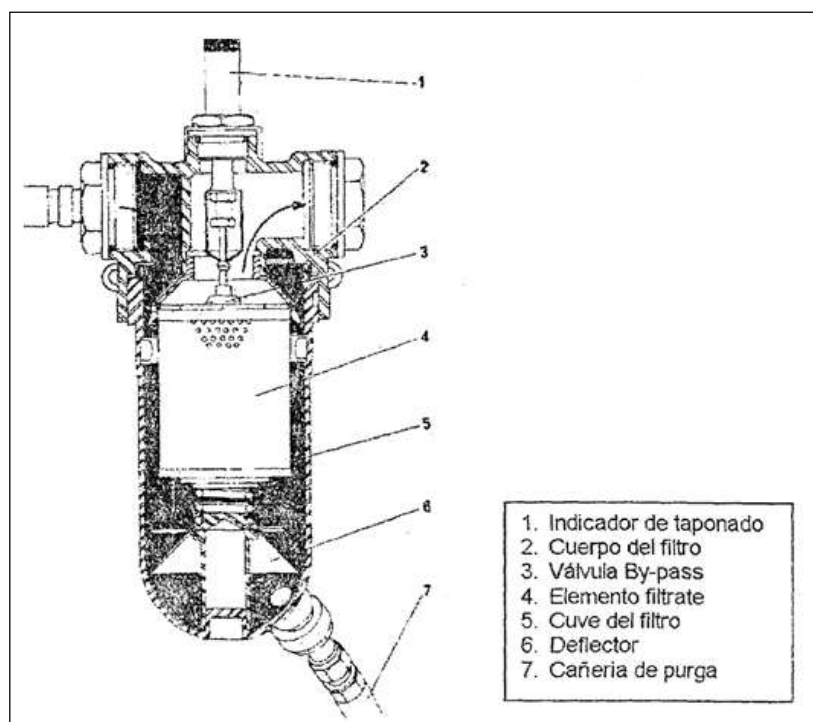
### 2.10.5 Filtros

Su función es impedir el paso de partículas más grandes en el sistema, se encuentran en las coladeras de los tanques y salidas de los tanques y en la entrada del motor. Este sistema utiliza un filtro metálico con una potencia filtrante de 10 micras y si es de papel con una potencia filtrante de 12 micras.

#### 2.10.5.1 Partes del filtro de combustible

- Indicador de taponado
- Cuerpo del filtro

- Válvula by-pass
- Elemento filtrante
- Cuve del filtro
- Deflector
- Cañería de purga



**Figura 2. 15**Partes del filtro.

**Fuente:** Manual de Mantenimiento

### 2.10.6 Bombas

Bomba reforzadora impulsada por un motor eléctrico (115VAC) de tipo centrífuga suministra combustible bajo presión de uno o varios tanques a lado de la bomba impulsado por el motor, incrementa la presión en el sistema generalmente sumergida en el fondo de los tanques o salidas de los mismos:

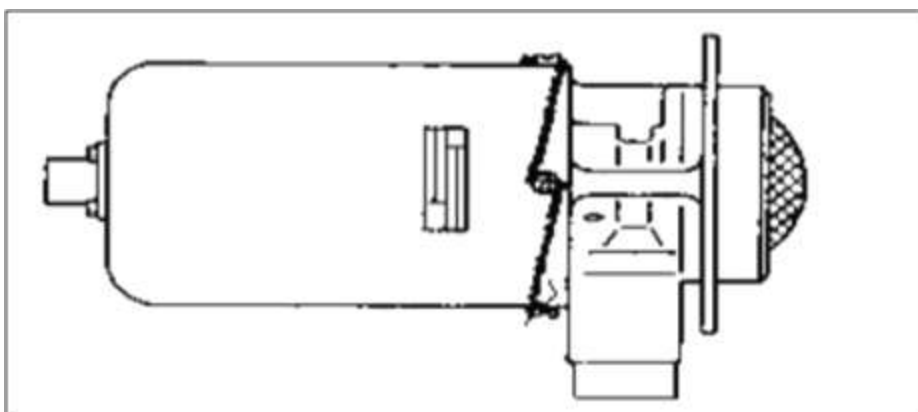
- Se utiliza para la transferencia de combustible
- Para la puesta en marcha del motor

- En emergencia cuando la bomba impulsada por el motor falla

Como medida de precaución se conecta la bomba reforzada durante el despegue y aterrizajes, para asegurar un suministro efectivo de combustible

#### 2.10.6.1 Bomba de cebado (booster)

Permite la puesta en presión del combustible desde el reservorio de base hasta el G.T.M., esta bomba operara desde el despegue al aterrizaje y mientras exista combustible en el estanque, trabaja por un motor eléctrico de 115 VAC en aviones recíprocos trabajan a 28 VDC.



**Figura 2. 16**Bomba Booster

**Fuente:** Manual de Mantenimiento

#### 2.10.6.2 Bomba de transferencia

Permite la transferencia del combustible entre dos o más reservorios de la aeronave, es comandada por un control acompañado por una luz de alerta, su instalación es en el exterior del reservorio.

## 2.10.7 Válvulas

Se encargan de controlar (abrir o cerrar el paso) del flujo de combustible en el sistema según sea su requerimiento son de tipo eléctricas de 28 VDC, y mecánicas.

### 2.10.7.1 Tipos de válvulas

- **Válvulas de transferencia** (en tierra para la transferencia de un tanque a otro para trabajos de mantto).

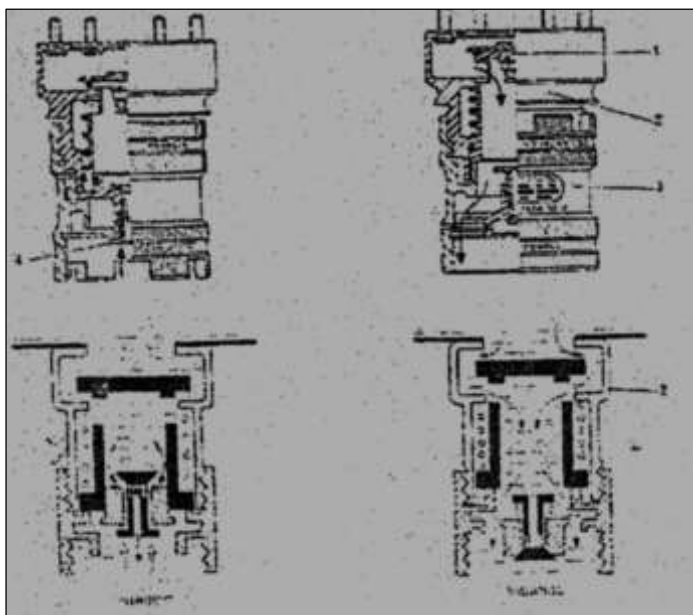


**Figura 2. 17**Válvula De Transferencia

**Fuente:** Manual de Mantenimiento

- **Válvula de alimentación cruzada** ( mantener la estabilidad de la aeronave, de cualquier tanque a cualquier motor)
- **Válvulas de drenaje y vaciado** (en los colectores de los tanques para drenar el agua).

Invertido el tapón con la inscripción en la base y atornillando en el cuerpo la válvula se abre, el caudal está regulado en el atornillado más o menos del tapón

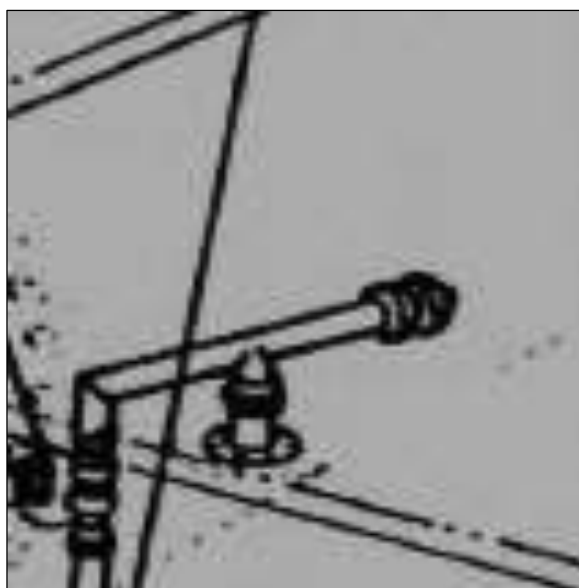


**Figura 2. 18**Pulsadores De Drene

**Fuente:** Manual de Mantenimiento

### 2.10.8 Respiradero del tanque suplementario

Es la toma que permite que los gases acumulados en el interior del tanque de combustible puedan evacuar hacia el exterior.



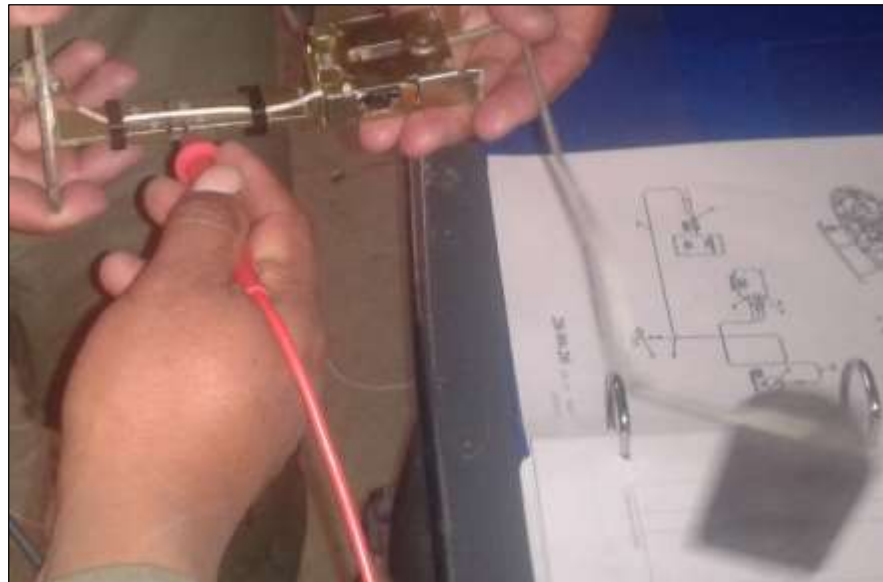
**Figura 2. 19**Orificios de Puesta al Aire Libre

**Fuente:**Manual de Mantenimiento

## 2.10.9 Indicadores de combustible

### 2.10.9.1 Transmisor de nivel de combustible

El transmisor de nivel de combustible es de tipo flotador tiene un contacto que provoca el encendido de la luz “COMB” en el tablero de alarma, cuando la cantidad de combustible utilizable restante en el reservorio es de 50 litros  $\pm 5$  (20 minutos de vuelo teórico).

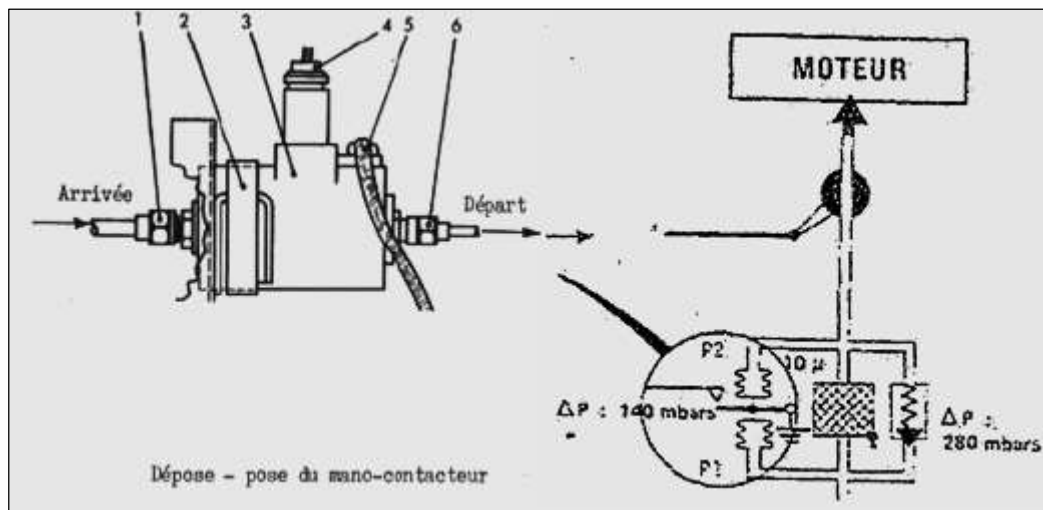


**Figura 2. 20** Transmisor De Nivel De Combustible

**Elaborado por:** Lesano Jessica

### 2.10.9.2 Mano-contactador diferencial

El mano-contactador diferencial es el encargado de transformar las señales de baja presión y enviarlas hasta el foco de indicación ubicada en cabina.

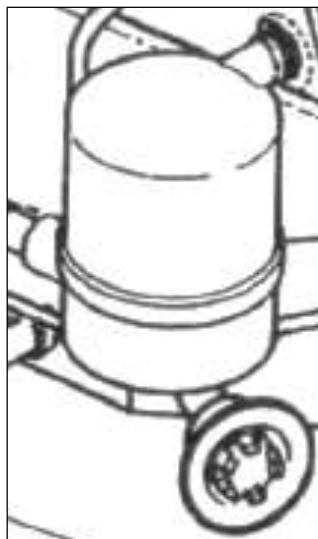


**Figura 2. 21** Mano-contacteur Diferencial

**Fuente:** Manual de Mantenimiento

#### 2.10.10 Sumidero

Es un pequeño reservorio de combustible, este reservorio es auto-obturante y tienen una capacidad máxima de 7lt, este combustible es utilizado para el correcto funcionamiento de la bomba booster.



**Figura 2. 22** Sumidero

**Fuente:** Manual de Mantenimiento

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL TEMA**

#### **3.1. Preliminares**

En el presente capítulo se detallaran y describirán los pasos a seguir para el desmontaje y montaje del sistema auxiliar de combustible del helicóptero Gazelle SA342-L.

Al llevar a cabo el análisis de las condiciones en las que se encontró el helicóptero ubicado en los patios del BAE15, cabe destacar que se encontraba tanto en su parte estructural en buen estado, pero cabe recalcar que en la parte de sus sistemas como son sus componentes y partes se encontraban inoperativos, otros en mal estado u obstruidos y otros no se encontraban instalados en el mismo, requiriendo así de mantenimiento.

#### **3.2 Ubicación del Helicóptero Gazelle SA 342-L en el área de trabajo**

Se realizó el traslado del Helicóptero Gazelle SA342-L desde los patios del BAE-15 hacia el hangar de mantenimiento del CEMAE, cuya ubicación se la realizo en la sección de mantenimiento del Gazelle, para de esta manera empezar a realizar su respectiva rehabilitación del sistema auxiliar de combustible.





**Figura 3. 1** Helicóptero Gazelle en los exteriores del hangar del BAE15.



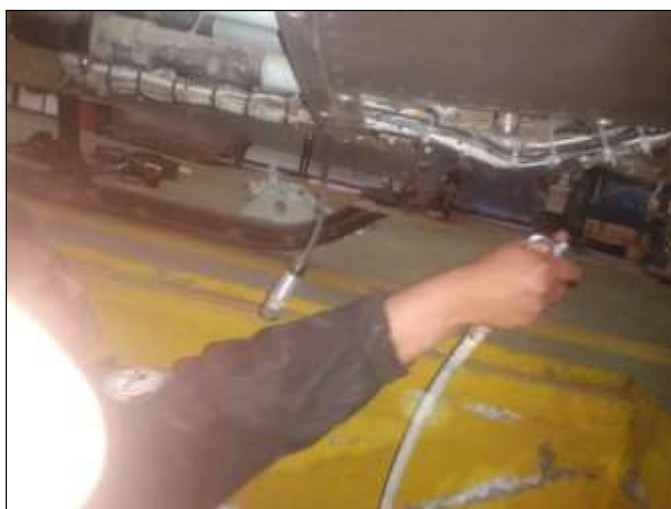
**Figura 3. 2** Helicóptero Gazelle SA 342-L ubicándose en área de trabajo dentro del hangar del CEMAE.



**Figura 3. 3** Helicóptero Gazelle SA 342-L ubicado en los hangares del CEMAE.

### 3.3 Limpieza

Con el helicóptero ubicado en sus instalaciones de mantenimiento en la sección del Gazelle dentro de los hangares del CEMAE se continuó con una limpieza total de la aeronave y basándose específicamente en el sistema de combustible, a fin de mejorar la visualización de los componentes y poder determinar el estado actual del sistema de combustible, mediante el cual se realizó inspecciones detalladas y a fondo de cada uno de los componentes y partes del sistema.



**Figura 3. 4** Limpieza del Helicóptero con Aire.

### 3.4 Reconocimiento del sistema

Todos los componentes y partes del sistema auxiliar de combustible del helicóptero Gazelle SA342-L fueron ubicados, en su totalidad con la supervisión del personal de técnicos en aviación, designados por la sección de mantenimiento del Gazelle quienes nos impartieron una clase introductoria del helicóptero en general basándose en el manual de mantenimiento, así como también una explicación minuciosa del sistema de combustible y medidas de seguridad antes de realizar cualquier tipo de mantenimiento en el helicóptero.


### 3.5 Estudio de alternativas

Procedente a cada uno de los componentes del sistema auxiliar de combustible se procedió a la extracción de los elementos inoperativos y otros que se encontraban en mal estado detallado en la siguiente.

**Tabla 3. 1**

Partes que conforman el sistema de combustible.

Partes del sistema de combustible				
Nº	Nombre de los elementos	Servible	Inoperativo	Faltante
1	Estructura de la aeronave	X		
2	Reservorio auxiliar de combustible			X
3	Filtros		X	
4	Cañerías rígidas de entrada de fluido			X
5	Mano-contactor diferencial del sistema auxiliar			X
6	Cañerías rígidas de salida del fluido			X
7	Sellos		X	

Continúa 

8	Cañerías flexibles		X
9	Sumidero auto-obturante		X
10	Acoples y abrazaderas		X
11	Transmisor de nivel de combustible auxiliar		X
12	Válvula de corte	X	
13	Cañerías rígidas		X
14	Pulsadores de drene	X	
15	Válvula de purga	X	
16	Empaques		X
17	Bomba de transferencia de combustible		X
18	Ductos de ventilación	X	

### 3.5.1 Descripción de Alternativas.

#### 3.5.1.1 Primera alternativa.

Al plasmar un primer estudio de las condiciones en las que se encuentra el sistema auxiliar de combustible nuestra alternativa, es la extracción de todas las partes y componentes defectuosos del mismo y así desecharlas por completo, para de esta manera reemplazarlos por elementos nuevos de paquete del sistema auxiliar de combustible del helicóptero Gazelle SA342-L, en este caso se remplazaran todos los elementos.

#### 3.5.1.2 Segunda alternativa.

Al realizar un segundo estudio, como es la rehabilitación del mismo sistema con elementos adecuados y originales del mismo, los cuales serán reparados y dados su respectivo mantenimiento, para así obtener un sistema funcional y original en condiciones operables en el menor tiempo posible.

Después de haber realizado un análisis profundo de las partes y componentes del sistema tenemos los siguientes valores representados en valores de porcentaje como son: un 27.77% de elementos servibles, con un 33.33% de elementos inoperativos y con un 38.88% de elementos faltantes

### **3.5.2 Análisis de la Factibilidad.**

#### **3.5.2.1 Primera Alternativa**

##### **3.5.2.1.1 Ventajas.**

- Los componentes nuevos, son de mayor ventaja al momento de su instalación ya que su tiempo operacional y vida útil nos evitara pasar por varios percances en la rehabilitación.
- Los componentes nuevos no tendrán defectos breves ya que su vida útil empieza desde cero.
- En el mercado de aviación tenemos una gran gama de repuestos y componentes del sistema auxiliar de combustible.

##### **3.5.2.1.2 Desventajas**

- Los componentes y partes del sistema auxiliar de combustible tienen un alto costo en el mercado.
- Una gran pérdida de tiempo mientras se espera la llegada de los repuestos desde el extranjero ya que todos estos no se fabrican en el país.
- Un alto recurso económico en el desarrollo del proyecto.

### **3.5.2.2 Segunda alternativa**

#### **3.5.2.2.1 Ventajas**

- Al rehabilitar este sistema tendremos un nivel medio de gastos en las reparaciones.
- Obtendremos una gran ventaja como es el tiempo, en la reparación de los componentes.
- El sistema de combustible funcionara en sus condiciones originales y propias.
- En el mercado existe gran variedad de este tipo de componentes eléctricos.

#### **3.5.2.2.2 Desventaja**

- Los componentes corren el riesgo de tener fallas y causarnos varios percances al momento de realizar las respectivas pruebas de funcionamiento.
- Si existen fallas en el sistema se procederá a realizar los respectivos desmontajes provocando así la pérdida de tiempo.
- Si existe la falta de componentes en el sistema no se podrá obtenerlos fácilmente en el país.

### **3.5.3 Estudio de factibilidad**

Para el estudio de factibilidad se considera los siguientes factores:

- Factor técnico
- Factor económico

### 3.5.3.1 Factor técnico

- **Rehabilitación:** La rehabilitación se caracterizara por dejar al sistema en sus condiciones óptimas de funcionamiento, permitiéndole así al sistema cumplir con todas sus fines.
- **Mantenimiento:** Las tareas de mantenimiento, de los componentes del sistema debe ser los más óptimos al momento de realizar el mantenimiento y con el menor costo posible.
- **Material:** Los materiales deben ser los más adecuados y específicos para el trabajo a realizar y de una posible adquisición en el mercado local.

### 3.5.3.2 Factor económico

- **Costo de rehabilitación:** Este punto es de mucha influencia para la decisión correcta, en la selección del Material a utilizarse en la rehabilitación y componentes eléctricos del sistema.

### 3.5.4 Matriz de evaluación y decisión

**Tabla 3. 2**

Matriz de evaluación y decisión

PARÁMETRO DE EVALUACIÓN	ALTERNATIVAS		
	A.1	A.2	ALTERNATIVA IDEAL
Rehabilitación	0.3	0.8	1
Mantenimiento	0.4	0.6	1
Materiales	0.5	0.7	1
Costo de rehabilitación	0.5	0.8	1
TOTAL	1.7	2.9	4.6
%	42.5%	72.5%	100%

### **3.5.5 Selección de la mejor alternativa.**

Una vez realizado el análisis de cada una de las alternativas, su estudio técnico y la evaluación de los parámetros del mismo, son los siguientes 42.5% en la primera alternativa y con un 72.5% la segunda alternativa, se llega a establecer que la segunda alternativa presenta mejores condiciones de operación, debido a la disponibilidad del material en el mercado, con una gran facilidad de construcción y maniobrabilidad para el proceso de la rehabilitación de los componentes del sistema auxiliar de combustible del helicóptero Gazelle SA 342-L.42.5 72.5

## **3.6 Rehabilitación**

Posterior al análisis de las inspecciones realizadas sobre el sistema, se llegó a la conclusión de que los componentes existentes requerirán de un mantenimiento, para de esta manera lograr su funcionamiento en su totalidad y poder cumplir nuestros objetivos planteados y facilitar el proceso de rehabilitación para lo cual, es de suma importancia la utilización de manuales técnicos, herramientas manuales, herramientas especiales, equipos y equipos de seguridad.

### **3.6.1 Manuales, herramientas y equipos a utilizar**

Para llevar a cabo la rehabilitación del sistema de combustible utilizaremos el manual de mantenimiento del helicóptero Gazelle ATA 28 y el Catalogo Ilustrado de Partes en los cuales encontraremos toda la información necesaria referente al sistema de combustible, acompañados de las herramientas adecuadas las mismas que nos fueron dotadas por la sección del helicóptero Gazelle; y designadas para nuestro uso, entre ellas estarán herramientas de ajuste, corte, golpe, etc. descritas a continuación:



**Tabla 3. 3**

## Codificación de Herramientas

Nº	Herramienta	Código
1	Llaves mixtas (6-19 mm)	H1
2	Martillo de goma	H2
3	Llave inglesa	H3
4	Juego de copas y racha (6- 19 mm)	H4
5	Calibrador	H5
6	Destornillador plano	H6
7	Pinzas	H7
8	Cortador	H8
9	Espejo de inspecciones	H9
10	Dedo imantado	H10
11	alicate	H11
12	linterna	H12
13	Regla (mm)	H13
14	Destornillador estrella	H14
15	Pulverizador	H15



**Figura 3. 5** Herramientas utilizadas en la rehabilitación de los componentes del sistema auxiliar de combustible.

Tanto la utilización de materiales, como de equipos de protección son muy importantes para la rehabilitación de este sistema.

**Tabla 3. 4**

Codificación de Materiales

Nº	Herramienta	Código
1	Guipe	M1
2	Franelas	M2
3	Shampo liquido	M3
4	WD-40	M4
5	Limpia contactos	M5
6	Gasolina	M6
7	Perece	M7
8	Lija de agua	M8
9	Embudo	M9
10	Balde	M10
11	Manguera	M11
12	Tanques	M12

**Figura 3. 6**Listado de materiales de protección personal

**Tabla 3. 5**

Codificación de los equipos de protección individual

Nº	Herramienta	Código
1	Overol	E1
2	Botas	E2
3	Guantes de pupo	E3
	Guantes de nitrilo	E4
4	Gafas	E5
6	Audífonos	E6

Entre los equipos que serán requeridos para realizar pruebas de funcionamiento esta la planta auxiliar.

**Figura 3. 7**Planta Auxiliar

Para la rehabilitación del sistema es de vital importancia el uso de manuales técnicos como es el Catálogo Ilustrado de Partes más conocido como (IPC) y el manual de mantenimiento del helicóptero Gazelle SA 342-L, en referencia al capítulo 28 que corresponde al sistema de combustible.

<b>HELICOPTERE GAZELLE</b>	
<b>MANUEL D'ENTRETIEN</b>	
28.20	
RESERVOIR SUPPLEMENTAIRE	
TABLE DES MATIERES	
<u>Paragranhes</u>	<u>Pages</u>
<b>0 - GENERALITES</b>	
A - Liste des équipements .....	1
B - Données .....	1
<b>1 - DESCRIPTION - FONCTIONNEMENT</b>	
A - Généralités .....	2
B - Réservoir .....	2
C - Remplissage, transfert, mise à l'air libre .....	2
D - Commande et contrôle .....	4
<b>- DEPOSE - POSE</b>	
- Dépose - pose de la pompe de transfert .....	401
- Dépose - pose du mano-contacteur .....	402
- Dépose - pose du réservoir supplémentaire .....	403
- Déséquipement-équipement du réservoir .....	404
<b>- REGLAGE - ESSAI</b>	
- Essai de fonctionnement.....	502
<b>- VISITE - VERIFICATION</b>	
- Inspection de l'installation .....	601
<b>- STOCKAGE</b>	
- Stockage - déstockage du réservoir supplémentaire .....	901

Figura 3. 8:Manual de Mantenimiento

### 3.7 Procedimientos

#### 3.7.1 Rehabilitación del sistema auxiliar de combustible

##### 3.7.1.2 Limpieza de la parte central inferior de la base de soporte del tanque de combustible.

Se procedió a realizar la limpieza del sistema auxiliar de combustible, en este caso realizamos una pulverización con aire para despojar todo el polvo y elementos raros recopilado en la base donde va sujetado el tanque auxiliar y luego realizar un limpieza con una franela húmeda.



**Figura 3. 9** Limpieza de la parte central inferior de la base del soporte del tanque auxiliar de combustible.

##### 3.7.1.3 Rehabilitación del transmisor del nivel de combustible del tanque auxiliar.

Se procedió a la limpieza exterior del tanque auxiliar del sistema de combustible con una franela humedecida, para luego proceder a la desinstalación del transmisor de combustible que se encontraba ubicado en el interior del mismo, a continuación se procedió a dar el debido

mantenimiento con elementos de limpieza, después se realizó su debida reinstalación en el tanque auxiliar y se lo sello con PRC.



**Figura 3. 10** Limpieza exterior del tanque auxiliar del sistema de combustible



**Figura 3. 11** Desinstalación del transmisor de nivel de combustible



**Figura 3. 12**Reinstalación del transmisor de nivel de combustible P/N 704A.67.0040.00

#### **3.7.1.4 Rehabilitación del mano-contactador diferencial auxiliar.**

Este componente no lo pudimos encontrar instalado el tanque auxiliar, razón por la cual procedimos a buscarlo en el (IPC) ATA 28, encontrándolo con P/N 1.224.85y desinstalarlo de otra aeronave inoperativa, después de sus respectivos mantenimientos se procedió a la instalación en el tanque.



**Figura 3. 13**Instalación del Mano-contactador Diferencial

### 3.7.1.5 Rehabilitación de la bomba de transferencia de combustible

En este caso la bomba se encontraba inoperativa, por lo que se procedió al desmontaje desde el tanque auxiliar, para su respectivo mantenimiento eléctrico de sus partes internas. Luego se procedió a su respectiva instalación.



**Figura 3. 14**Reinstalación de la bomba de transferencia con P/N 2180-F

### 3.7.1.6 Limpieza y conexión de los ductos de fluido del sistema auxiliar de combustible

Estos ductos o cañerías rígidas no se encontraban instaladas en la aeronave por lo cual se procedió a su respectiva revisión en el (IPC) y se procedió a la extracción de otra aeronave inoperativa, por lo cual se realizó su respectiva limpieza, también se realizó la colocación de sus sellos, ya que los mismo se encontraban cristalizados, para de esta manera evitar la fuga de combustible





**Figura 3. 15** Limpieza de cañerías

### **3.7.1.7 Rehabilitación y conexión del tanque auxiliar de combustible**

Después de la instalación del mano-contactador, transmisor de nivel de combustible, bomba de transferencia y conexión de cañerías rígidas en el tanque se procedió a la instalación en el helicóptero.

Este tanque va sujetado en la parte superior con cuatro pernos, para su instalación se requiere de 4 personas ya que el tanque va sujeto en la parte superior y el acceso a estos pernos de sujeción son difíciles de realizarlos una sola persona ya que el resto debe sostener el tanque hasta su respectiva sujeción.

La instalación y la sujeción de las cañerías se las realizó con racores y abrazaderas para lograr hacer presión y que las mismas se desaten.



**Figura 3. 16** Sujeción del tanque en la parte superior de la estructura central de la aeronave.



**Figura 3. 17** Conexión de las cañerías de salida de combustible hacia el tanque.



**Figura 3. 18** Colocación de racores y abrazaderas de sujeción de las cañerías.

### **3.7.1.8 Rehabilitación de los ductos de ventilación del sistema auxiliar de combustible**

Se realizó las respectivas limpiezas de las cañerías de ventilación para luego proceder a su instalación con racores y abrazaderas las mismas que van sujetas en la parte superior del tanque principal de combustible.



**Figura 3. 19** Respiraderos del sistema auxiliar de combustible.

### 3.7.1.9 Rehabilitación y conexión del sumidero de combustible

Este componente se encontraba en mal estado por lo cual se procedió a la búsqueda en otra aeronave y se realizó su debida limpieza e inspecciones visuales del mismo para así poder verificar su estado.

En el sumidero se realizó la inspección del empaque ubicado entre los pernos de sujeción con la válvula de purga, el mismo que se encontró en perfectas condiciones, para lo cual se realizó la unión del sumidero con la válvula de purga el mismo que va sujeto con 6 pernos, después se selló con PRC la válvula de purga tiene un sello el cual se realizó el cambio por uno nuevo y a su vez también realizar la conexión del filtro, se realizó su respectiva instalación entre el tanque principal y auxiliar del sistema de combustible.



**Figura 3. 20**Colocación De Sellos



**Figura 3. 21**Sellamiento con PRC del ducto de entrada del filtro



**Figura 3. 22**Colocación y conexión del sumidero con N/P341A55-1065-27 en la aeronave

### 3.7.1.10 Instalación de tapas y orificios de accesos al sumidero

Se realiza una inspección visual del compartimiento donde se ubica el sumidero para liberar de cualquier herramienta o elementos olvidados en el interior del mismo, se procede a la instalación de las tapas de acceso al sumidero, esta tapa es tipo malla la cual va sujeta con pernos de media vuelta. Y en la parte superior de la misma se realizó un cambio en su estructura de acceso en la cual se puso una mica la cual va sujeta con 8 pernos, el fin de la utilización del a mica es para la apreciación del sumidero y de los elementos del sistema ubicados en el interior del compartimiento.



**Figura 3. 23** Instalación de la tapa se acceso al sumidero.



**Figura 3. 24** Instalación de la mica con sus respectivos pernos.





### 3.8 Diagramas de procesos

Un diagrama de procesos es la manera representar gráficamente los pasos y actividades involucradas en la rehabilitación del sistema auxiliar de combustible del helicóptero Gazelle SA342-L.

Para la representación de los diagramas de procesos tenemos las siguientes simbologías descritas en la siguiente tabla.

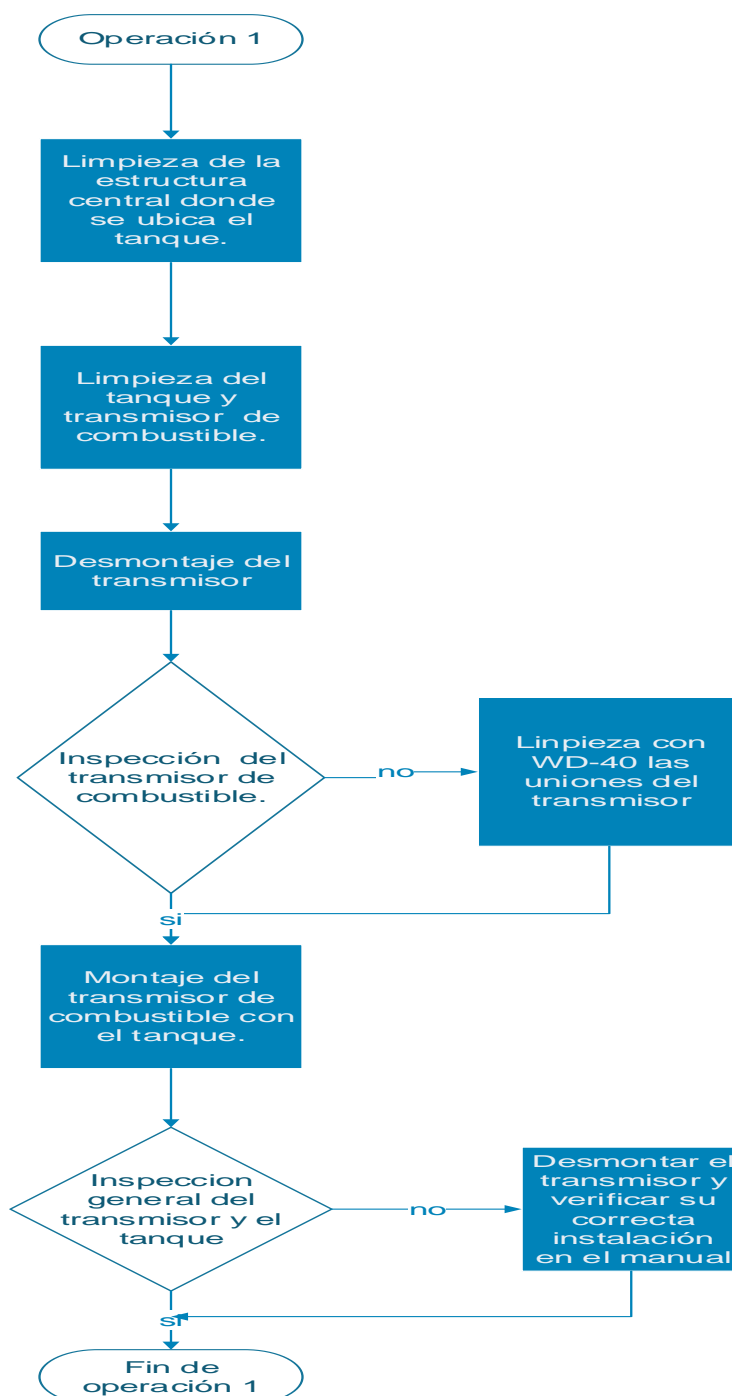
**Tabla 3. 6**

Simbología de los diagramas de procesos

Nombre	Significado	Símbolo
Círculo	Inicio	
Cuadrado	Procesos	
Hexágono	Decisión	
Flecha	Conector	

### 3.8.1 Diagrama de procesos del desmontaje y montaje del transmisor del nivel de combustible del tanque auxiliar.

Antes de realizar el desmontaje se procede a una limpieza con una franela húmeda del tanque auxiliar de combustible con el propósito de eliminar cualquier sustancia pegajosa y eliminar cualquier tipo de impurezas que estén adheridas a la estructura del mismo.





**Tabla 3. 7**

Proceso del desmontaje y montaje del transmisor.

Numero		E	M	H	T
<b>Operación</b>	<b>Descripción</b>				
1	Limpiar con aire y examinar el compartimiento donde va ubicado el tanque auxiliar para de esta manera observar si existe algún tipo de corrosión u objeto extraño.	E1,E2,E4,		H15	
2	Limpiar con una franela húmeda el tanque y el transmisor, asegurarse de que no tenga deformaciones, hundimientos o rupturas en el tanque.	E1,E2,E4,	M2		
3	Desinstalar el transmisor que va sujeto al tanque con 5 pernos empotrados al mismo para su debido mantenimiento esto se los realiza con la ayuda de una llave mixta o racha con copas.	E1,E2,E4,		H1,H4	
4	Realizar una inspección del transmisor de combustible especialmente de la boya y su estructura.	E1,E2,E4			
5	Instalar el transmisor que va empotrado al tanque de combustible y sujetar con los 5 pernos con una llave mixta y luego sellar los con PRC para su completo sellamiento.	E1,E2,E4,		H1, H4	
6	Inspeccionar que todos los pernos estén sujetos y bien empotrados al tanque y observar que no exista ningún objeto extraño sobre la ranura donde va sujeto el transmisor para evitar así cualquier inconveniente.	E1,E2,E4,			

### 3.8.2 Instalación del mano-contactador diferencial.

Este mano-contactador diferencial no lo encontramos instalado en el tanque razón por la cual se procedió a buscarlo con el IPC.



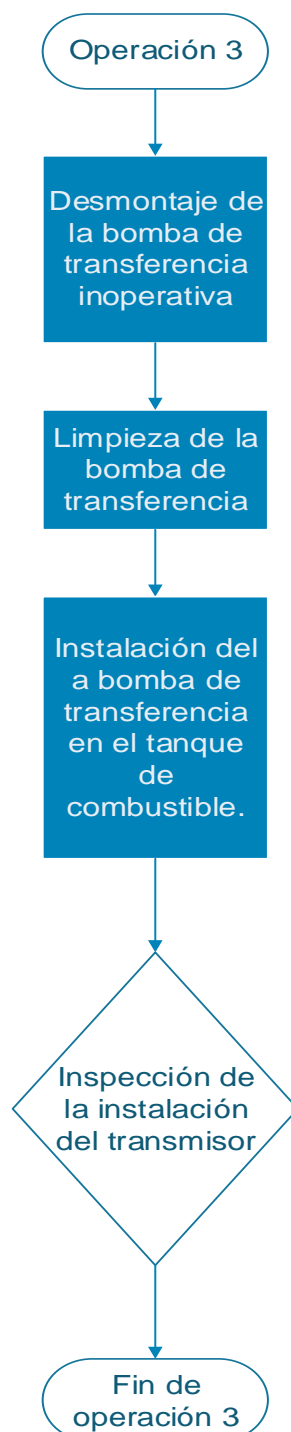
**Tabla 3. 8**

Proceso de montaje del mano-contactador.

Número de Operación	Descripción	E	M	H	T
1	Limpieza externa del mano-contactador diferencial con una franela húmeda y luego con un limpia contactos.	E1,E2,E4,E5	M2, M5		
2	Instalación del mano-contactador este va sujetado al tanque de combustible por medio de una abrazadera de media luna sujeta en sus 2 extremos por 1 perno a cada lado estos son apretados, y son apretados con la ayuda de un destornillador plano.	E1,E2,E4,		H6	
3	Se realiza la inspección del componente, chequeando así que su abrazadera este correctamente instalada y q los pernos se encuentren bien asegurados.	E1,E2,E4,			

### 3.8.3 Proceso del desmontaje y montaje de la bomba de transferencia.

Se realizó el desmontaje de la bomba de transferencia porque estaba inoperativa se hizo el cambio por una bomba operativa, esta bomba de transferencia va sujeta al tanque de combustible y a su vez a 2 cañerías.



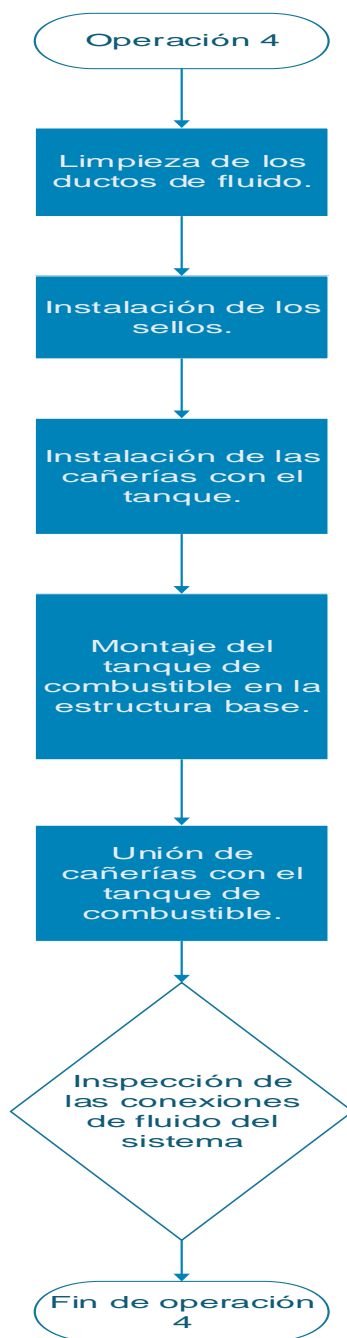
**Tabla 3. 9**

Proceso del desmontaje y montaje de la bomba de transferencia

Numero		E	M	H	T
<b>Operación</b>	<b>Descripción</b>				
1	Desmontaje de la bomba de transferencia la cual está sujeta por 2 pernos los cuales los extraemos con una llave mixta.	E1,E2,E3,E5		H1	
2	Limpieza externa de la bomba de transferencia con guipe húmedo y luego con un limpia contactos.	E1,E2,E3,E5	M1,M5		
3	Instalación de la bomba de transferencia esta va sujeta al tanque de combustible por medio de 2 pernos empotrados al tanque, estos son apretados con una llave mixta.	E1,E2,E4,		H1	
4	Se realiza la inspección del componente, chequeando así que su abrazadera este correctamente instalada y q los pernos se encuentren bien asegurados.	E1,E2,E4,			

### 3.8.4 Proceso de conexión de los ductos de fluido del sistema auxiliar de combustible.


Estas cañerías no se encontraron en el sistema razón por la cual se procedió a la extracción de otra aeronave estas van sujetas con acoples y abrazaderas.



**Tabla 3. 10**

Proceso de conexión de las cañerías del sistema auxiliar de combustible.

Numero		E	t	H	t
<b>Operación</b>	<b>Descripción</b>				
1	Limpieza externa de las cañerías con wipe para eliminar el polvo y observar si no existe algún tipo de desperfecto o rajadura en las mismas.	E1,E2,E4,	M1		
2	Instalación de los sellos en las entradas y salidas de las cañerías, esto se lo realiza con la mano.	E1,E2,E4,			
3	Instalación de las cañerías que van conectadas con el mano-contacto y la bomba de transferencia, haciendo una pequeña fuerza con las manos para que encajen bien en los orificios de entrada, luego se sujetan con racores de media luna y a la vez con una abrazadera estas se ajustan con un desarmador plaño y con la ayuda de una llave mixta.	E1,E2,E4,		H6,H1	
4	Montaje del tanque de combustible en la base de la estructura inferior central del helicóptero, este tanque va sujeto por 4 herrajes de sujeción la cual va cogido por pernos y asegurados con arandelas, las mismas que son apretadas con una racha la cual tiene 2 extensiones largas para la sujeción del perno desde la parte inferior y una segunda racha para apretar las arandelas desde la parte superior del tanque.	E1,E2,E4,		2H4	
5	La instalación de las cañerías de entrada y salida del fluido van conectadas con el tanque ya que este tiene unas entradas hembras en las cuales las cañerías entran haciendo una pequeña presión y esta van sujetas con racores y abrazaderas las mismas que van	E1,E2,E4,		H6	

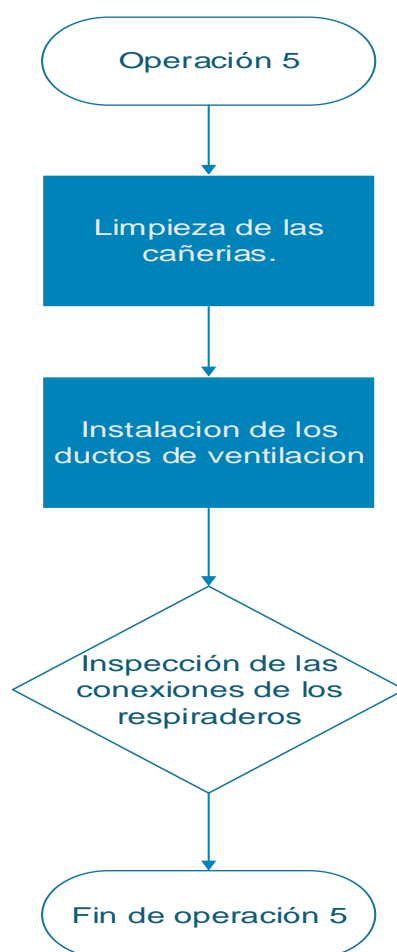
Continúa 

apretadas con un desarmador plano.

- 6 Se realiza la inspección de que los E1,E2,E4, racores y abrazaderas estén bien colocados y sujetos para evitar así la fuga del combustible, así como también observar que alguna pieza o herramienta se quede olvidado en el tanque de combustible o en la base del mismo.

### 3.8.5 Proceso de montaje de los respiraderos del sistema auxiliar de combustible.

Estas cañerías salen desde el tanque auxiliar hasta la parte superior del tanque principal van sujetos con abrazaderas.





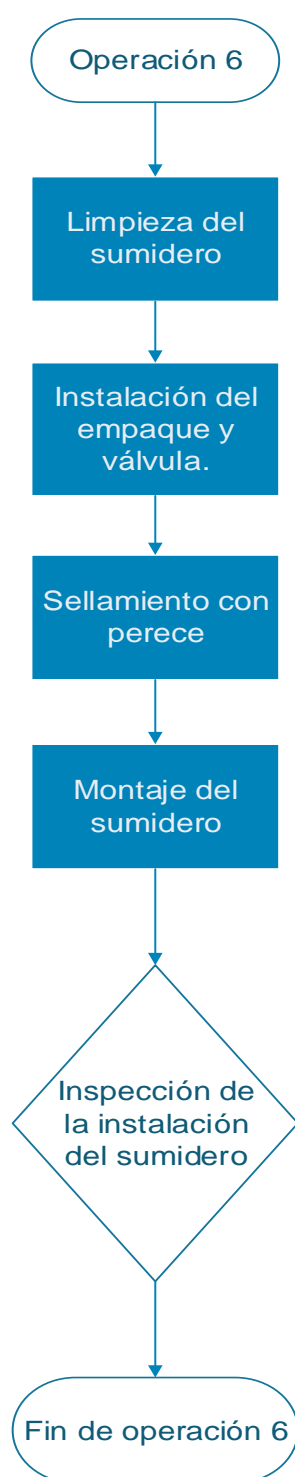
**Tabla 3. 11**

Proceso de montaje del respiradero del tanque auxiliar.

Numero		E	M	H	t
	<b>Operación</b>	<b>Descripción</b>			
1	Limpieza externa de los ductos y cañerías de puesta al aire libre con una franela húmeda.	E1,E2,E4	M2		
2	Instalación de los ductos y cañerías de puesta al aire libre, estas cañerías salen desde el tanque de combustible auxiliar hacia la parte superior del tanque principal de combustible el cual tiene un ducto de salida en el mismo el cual tiene un empaque y va sujeto con un abrazadera el cual es apretado con un desarmador plano y una llave mixta.	E1,E2,E4,		H6,H1	
3	Se realiza la inspección de los ductos y las cañerías, para verificar así que estén bien sujetos a la estructura del helicóptero.	E1,E2,E4,			

### 3.8.6 Proceso de instalación del sumidero

El sumidero va instalado y sujetado a presión por medio de las válvulas de vaciado de combustible y una abrazadera de metal.



**Tabla 3. 12**

## Proceso de instalación del sumidero

Numero		E	M	H	t
	<b>Operación</b>				
<b>1</b>	<b>Descripción</b> Limpieza externa del sumidero con una franela húmeda, para librarlo de impurezas y polvo, para de esta manera realizar una inspección y poder verificar que no existan rupturas del mismo.	E1,E2,E4	M2		
<b>2</b>	Se procede a la instalación de un empaque que va entre el sumidero y la válvula de vaciado de combustible, luego se instala la válvula que va sujeta con 4 pernos en el sumidero, estos pernos van ajustados con una llave mixta o también puede ser sujeta con una racha, esta válvula tiene un sello el cual se lo cambia manualmente.	E1,E2,E4		H1,H4	
<b>3</b>	Se procede al montaje en la estructura del helicóptero el cual tiene unos orificios hembras en las cuales encajan las salidas y entradas del sumidero, este sumidero va sujeto con una abrazadera de metal grande la cual es apretada con una llave mixta.	E1,E2,E4,		H1	
<b>4</b>	Se realiza su debida a inspección de los seguros y abrazaderas del sumidero y a su vez la verificación de que no se deje olvidado alguna herramienta u objeto raro en el interior de la base de la estructura.	E1,E2,E4,			

### 3.8.7 Proceso de instalación de las tapas de acceso al sumidero

Para la instalación de la primera tapa es muy simple su instalación, porque solamente van sujetas con pernos de media vuelta, en la segunda tapa se reemplazó por una tapa de mica.



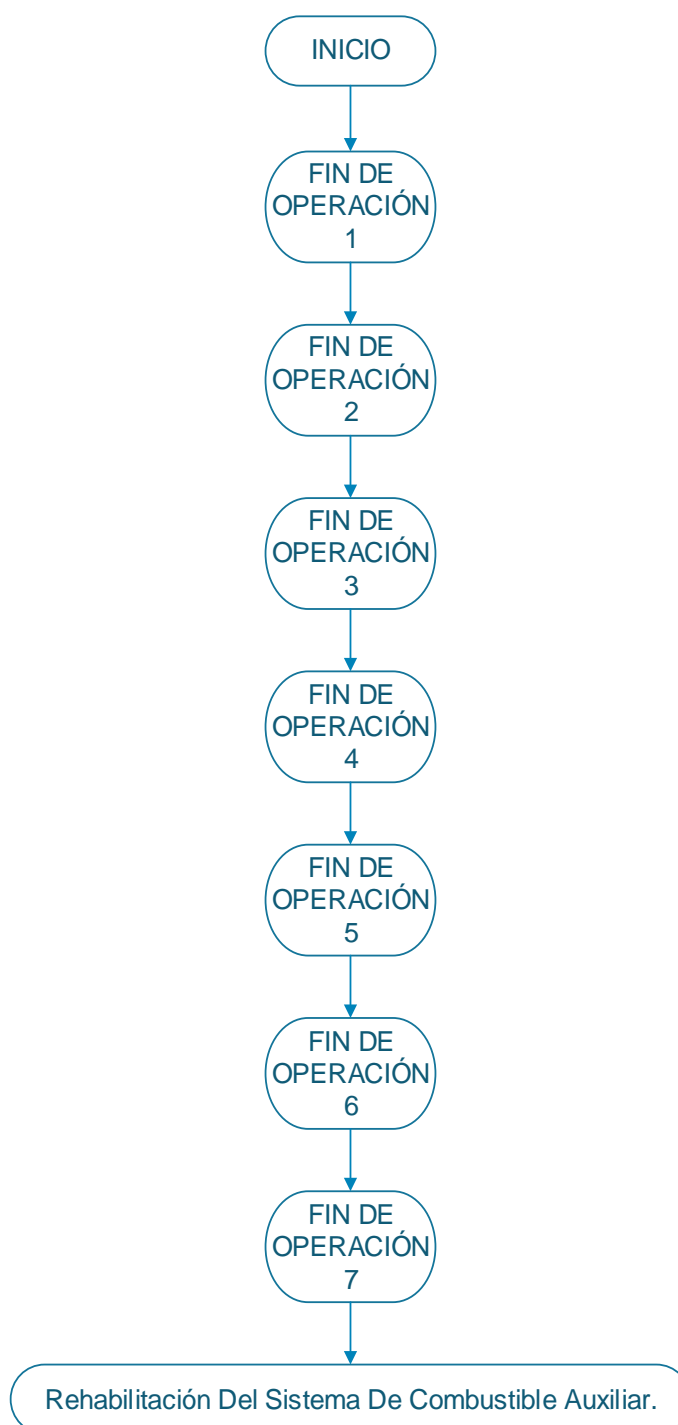
**Tabla 3. 13**

Proceso de instalación de las tapas de acceso al sumidero.

Numero		E	M	H	t
	<b>Operación</b>	<b>Descripción</b>			
1	Limpieza de las tapas de acceso con una franela húmeda y verificar que estén en perfectas condiciones.	E1,E2,E4	M2		
2	Para la instalación de la primera tapa tipo malla no se necesitó de ninguna herramienta porque tiene pernos de media vuelta, para la segunda tapa esta es de mica en la cual se instalan con 8 pernos los cuales son propios del helicóptero, estos son apretados con un desarmador estrella.	E1,E2,E4,		H14	
3	Se realiza la inspección las tapas de acceso que estén bien sujetas.	E1,E2,E4,			

### 3.8.8 Diagramas generales de la rehabilitación del sistema de combustible auxiliar

A continuación en orden de sucesos:



### 3.9 Pruebas de funcionamiento

Después de haber realizado el correcto mantenimiento de las partes y componentes defectuosos e inoperativos del sistema, se realizó el montaje de los mismos, al momento de realizar el llenado de combustible en el tanque auxiliar se pudo observar fugas en la entrada del tanque auxiliar por las cañerías de llenado de combustible entre el tanque y la sujeción con las abrazaderas.


#### 3.9.1 Primera prueba de funcionamiento del sistema de combustible auxiliar

Se continuó a energizar todo el sistema mediante el uso de la batería, con el fin de realizar una transferencia de combustible del tanque suplementario al principal, mediante la cañería que sobresale del fuselaje y a su vez ubicar las fugas en los diferentes lugares.

**Tabla 3.14**

Pruebas de funcionamiento

N	ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN	OBSERVACIONES
1	Reservorio suplementario	Verificación de corrosión, rupturas, deformidades y fugas.	Operativo	N/A
2	Mano-contactor Diferencial	Verificar envío de señales al indicador de nivel de combustible auxiliar.	Operativo	N/A

Continúa 

<b>3</b>	Cañerías de combustible auxiliar	Verificación de fugas, hundimientos y rupturas.	de	Se encontraron fugas en las uniones de las cañerías con el tanque.	Se realizó un reemplazo de empaques.	un de
<b>4</b>	Transmisor de nivel de combustible	Verificar marcaciones correctas de nivel de combustible en el indicador.		Se pudo observar que el transmisor de nivel de combustible no marcaba su porcentaje en el indicador.	Se realizó un cambio de boya.	
<b>5</b>	Pulsador de purga	Verificación de fugas y corrosión.		Operativo	N/A	
<b>6</b>	Bomba de transferencia	Verificación de que la bomba impulse el combustible hacia el tanque principal		Operativo	N/A	
<b>7</b>	Llave de control de transferencia	Verificar el paso de combustible. Verificación de aislamiento.		Operativo	N/A	





**Figura 3. 25** Fuga de combustible

### **3.9.2 Segunda prueba de funcionamiento del sistema de combustible principal**

Se realizó la desinstalación de las cañerías para realizar el cambio de sellos averiados, luego se continuo con su reinstalación y se procedió a energizar nuevamente el sistema y realizar la transferencia de combustible desde el tanque auxiliar hacia el tanque primario, con este proceso se pudo descartar cualquier tipo de fugas en el sistema de combustible y verificar el funcionamiento de los componentes y elementos que conforman dicho sistema, dando como resultado un trabajo satisfactorio de la rehabilitación del sistema auxiliar de combustible.

**Tabla 3.15**

Prueba de funcionamiento 2

N	ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN	OBSERVACIONES
3	Cañerías de combustible auxiliar	de Comprobación de estanqueidad y apropiada instalación del conducto.	Operativo	N/A
4	Transmisor de nivel combustible	de Verificar que nos proporcione las marcaciones correctas de nivel de combustible en el indicador.	Operativo N/A	N/A

**Figura 3. 26**Rehabilitación del sistema auxiliar de combustible principal

### 3.10 Descripción de manuales

A continuación se procederá a la descripción de los manuales utilizados, para mejorar el desenvolvimiento y un correcto funcionamiento del sistema, al momento de realizar las tareas y al mismo tiempo se describirán las

medidas de seguridad con el fin de garantizar una correcta operación del mismo y a su alargar su vida útil.

### **3.10.1 Tipos de Manuales**

En este caso se tomaran como referencia los manuales descritos a continuación, para una correcta operación del sistema de combustible auxiliar.

#### **3.10.1.1 Manual de Operación**


En el presente manual se puede encontrar los métodos, pasos y procesos que se van a utilizar de acorde a la operación a realizarse en la rehabilitación del sistema de combustible auxiliar.

En el manual de operación se encuentran las descripciones correctas de los pasos a seguirse y sus precauciones al momento de operar el sistema, con el propósito de evitar cualquier incidente o accidente.

Las normas de seguridad van de acorde a la complejidad de operación del sistema de combustible auxiliar.

#### **3.10.1.2 Manual de mantenimiento**

En el manual de mantenimiento se puede encontrar todas aquellas operaciones que son de vital importancia para conservar la vida útil de los componentes y partes del sistema así como también preservar el helicóptero en buenas condiciones y libre de cualquier agente externo que pueda causar el deterioro de las mismas.

UGT	MANUAL DE OPERACIÓN	Pág. 1 de 2
	<p align="center"><b>SISTEMA DE COMBUSTIBLE AUXILIAR DEL HELICÓPTERO GAZELLE SA 342-L</b></p>	Código: <b>M.O</b>
		Revisado: <b>Nº: 1</b>
	Elaborado por: Lesano Vargas Jessica	Fecha: Diciembre 2014
	Aprobado por: Tlgo. Alejandro Proaño	
<p><b>1. Objetivo:</b></p> <p>Documentar los procedimientos de operación de la rehabilitación del sistema de combustible auxiliar del Helicóptero Gazelle SA342-L.</p> <p><b>2. Alcance:</b></p> <p>Proporcionar al operario de un instrumento que les permita ser utilizado como guía durante la operación del sistema de combustible auxiliar.</p> <p><b>3. Nombre del equipo:</b></p> <p>Sistema de combustible auxiliar del Helicóptero Gazelle SA342-L.</p> <p><b>4. Normas de funcionamiento:</b></p> <p>Realizar una inspección visual de todo el sistema de combustible antes de ponerlo en funcionamiento.</p> <p><b>5. Precauciones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ No manipular el sistema sin su previa protección personal como son: Overol, Botas, Guantes de nitrilo, Gafas y Mascarilla.</li> <li>➤ No fumar ni utilizar elementos o sustancias peligrosas cerca del</li> </ul>		

sistema de combustible.

- Evitar el contacto con agua al momento de realizar el llenado de combustible para de esta manera evitar la corrosión en el sistema.


#### **6. Procedimiento a seguir para poner en funcionamiento el sistema:**

- Drenar una pequeña cantidad de combustible del sistema para de esta manera eliminar el agua y a su vez todo tipo de impurezas ubicadas en el fondo del tanque de combustible.
- Energizar el sistema mediante la utilización de una planta externa o batería.
- Colocar en la posición ON el switch de la batería.
- Colocar en la posición ON el switch de la bomba transferencia.

#### **7. Procedimiento a seguir para apagar el sistema:**

- Observar en el indicador que se termine la transferencia.
- Colocar en la posición de OFF el switch de la bomba de transferencia.
- Colocar en la posición de OFF el switch de la batería.

**Firma de responsable:.....**

UGT	MANUAL DE MANTENIMIENTO	Pág. 1 de 2
	<p style="text-align: center;"><b>SISTEMA DE COMBUSTIBLE PRINCIPAL DEL HELICÓPTERO GAZELLE SA342-L</b></p>	Código: <b>M.M</b>
		Revisado: <b>Nº: 1</b>
	<b>Elaborado por:</b> Lesano Vargas Jessica	Fecha: Diciembre 2014
<b>Aprobado por:</b> Tlgo. Alejandro Proaño		
<p><b>1. Objetivo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Documentar los procedimientos de mantenimiento del sistema de combustible auxiliar del helicóptero Gazelle SA-342L.</li> </ul> <p><b>2. Alcance:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Proporcionar las diferentes tareas de mantenimiento que se deben realizar a fin de alargar la vida útil del sistema y mantenerla operable.</li> </ul> <p><b>3. Procedimientos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Para un mejor programa de mantenimiento, se van a realizar los trabajos de acuerdo a la siguiente clasificación:</li> <li>➤ Todos los trabajos de mantenimiento a realizarse en el Helicóptero Gazelle se los realizo en base al Anexo D.</li> </ul> <p><b>3.1 MANTENIMIENTO PROGRAMADO O PREVENTIVO.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Cada uno de los mantenimientos se encontraran en el manual de mantenimiento actualizado del Helicóptero Gazelle SA-342L.</li> </ul>		

- Realizar inspecciones visuales diarias de todo el sistema.
- Se inspecciona todo el sistema de combustible verificando que no exista daños como: corrosión, fugas o cualquier tipo de impurezas peor aún objetos extraños en el sistema que puedan afectar en su funcionamiento.
- Para la detección de estos daños se le hace a través de la vista y con la ayuda de linternas y espejos según sea el caso.
- Una vez encontrado el daño se procede a su mantenimiento o reemplazo.
- Se establecerá el tipo de inspección que se va a realizar en el sistema, tomando como base el programa de mantenimiento por tiempo u horas de vuelo como son inspecciones de:
  - T2: Cada 4000H de funcionamiento.
  - C2: Cada 12 Años por tiempo calendario.
  - C1: Cada 2 Años por tiempo calendario.
  - T2: Cada 500H por tiempo de funcionamiento.Dando como resultado una inspección completa.

**Firma del responsable.....**





### **3.11 Presupuesto**

El presupuesto que se presentó en el anteproyecto no es aquel presupuesto real que se utilizó en la rehabilitación del sistema de combustible auxiliar, ya que este fue un presupuesto estimado llegando a tener variaciones en el transcurso de la rehabilitación del sistema.

#### **3.11.1 Análisis de costos**

Para la rehabilitación del sistema de combustible auxiliar del Helicóptero Gazelle SA-342L, se llegaron a tener tanto costos primarios como secundarios que a continuación se detalla:

##### **3.11.1.1 Costos Primarios:**

- Materiales de la rehabilitación.

##### **3.11.1.2 Costos Secundarios:**

- Anillados
- Empastados
- Copias
- Transporte
- Alimentación
- Varios

##### **3.11.1.3 Costo total del proyecto de grado**

Costos primarios

Costos secundarios

### 3.11.1.4 Costos primarios

**Tabla 3. 14**

Total de Costos Primarios

N°	MATERIAL	V/U	V/T
1	Abrazaderas	2.00	2.00
2	Empaques	3.00	42.00
3	Micas	20.00	20.00
4	Manguera	1.00	1.00
5	Acoples	40.00	40.00
6	Wd-40	9.00	9.00
7	Guipe	5.00	5.00
8	Franela	5.00	5.00
9	Guantes de nitrilo	5.00	5.00
10	Mascarilla	5.00	5.00
11	Fundas	1.00	1.00
12	Brochas	5.00	5.00
<b>TOTAL</b>			<b>140.00US</b> D

### 3.11.1.5 Costos secundarios

**Tabla 3. 15**

Total costos secundarios

Cantidad	Material	V/U	V/T
1	Anillados	15.00	60.00
2	Empastados	20.00	20.00
3	Alimentación	200.00	200.00
4	Transporte	100.00	100.00
5	Copias	0.3	15.00
6	Varios		50.00
<b>TOTAL</b>			<b>445.00USD</b>

### 3.11.1.6 Costo total del proyecto de grado.

**Tabla 3. 16**

Total costos del proyecto de grado

N°	DETALLE	VALOR USD
1	Gastos primaries	USD 140.00
2	Gastos secundarios	USD 445.00
	<b>TOTAL</b>	<b>USD 585.00</b>

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 Conclusiones**

- Al efectuar la rehabilitación de un sistema que no ha sido preservado, y trabajar en dicho sistema, se observó que la inobservancia de las tareas de preservación son muy perjudiciales para los componentes de una aeronave.
- La rehabilitación del sistema de combustible auxiliar permitió que el Helicóptero Gazelle de la Escuela Técnica de Aviación del Ejército opere de una forma adecuada para fines de instrucción.
- El éxito que se obtuvo en la rehabilitación del sistema de combustible auxiliar del Helicóptero Gazelle SA-342L, se debió a la utilización de manuales técnicos como son: el Manual de Mantenimiento (MM), el Catálogo Ilustrado de Partes (IPC).

#### **4.2 Recomendaciones**

- Regirse al manual de mantenimiento y operación, para realizar alguna acción, cambios e inspecciones de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
- Antes de un procedimiento de mantenimiento se debe recibir instrucción sobre el tema, para obtener conocimientos teóricos que nos permitan y faciliten el desarrollo del trabajo práctico.

- Cumplir las normativas de seguridad pertinentes al momento de encendido o apagado del sistema de combustible a fin de minimizar riesgos de incendios.

## GLOSARIO

**Rehabilitación:** Acción y efecto de rehabilitar, habilitar de nuevo o restituir a alguien o algo a su antiguo estado.

**Montaje:** Acción y efecto de montar un objeto ya construido y terminado.  
Combinación de las diversas partes de un todo.

**Instalación:** Acción y efecto de instalar o instalarse.

**Fenestron:** Es un tipo de rotor de cola de helicóptero encapsulado.

**Plexiglás:** Resina sintética que tiene el aspecto de vidrio.

**Combustión:** Es un proceso químico en el cual una sustancia reacciona rápidamente con el oxígeno y emite calor.

**Homogeneidad:** Uniformidad en la composición y la estructura de una sustancia o una mezcla.

**Octanaje:** Es una escala que mide la capacidad antidetonante del carburante (como la gasolina) cuando se comprime dentro del cilindro de un motor.

**Volatilidad:** La volatilidad de una gasolina es el rango de temperaturas que comienza cuando comienza a hervir la mezcla hasta que se evapora todo el líquido.

**Queroseno:** Es un líquido transparente (o con ligera coloración amarillenta) obtenido por destilación del petróleo.

**Antioxidantes:** Retrasan la oxidación y reducen la formación de goma; amplían el período de almacenamiento y protegen los sistemas combustibles aumentando su resistencia a la oxidación.

**Evaporización:** Es decir a pasar del estado líquido al de vapor, incluso por debajo de su temperatura de ebullición.

**Artillados:** Es típicamente un vehículo civil o militar sin armamento, modificado para tener capacidad ofensiva.

**Pureza:** Cualidad de puro.

**Polivalente:** Que vale para muchas cosas.

## ABREVIATURAS

- **ETAE:** Escuela Técnica de la Aviación del Ejército.
- **I.P.C:** Catalogo ilustrado de Partes.
- **A.M.M:** Manual de Mantenimiento
- **E.P.I:** Equipo de Protección Individual.
- **G.T.M:** Grupo Turbo Moto propulsor

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Eurocopter. (1978). Manual de Mantenimiento Gazelle SA 342, Vol. 1. París. Publicaciones Eurocopter.
- Eurocopter. (1978). Catálogo Ilustrado de Partes Gazelle SA 342, Vol. 1. París. Publicaciones Eurocopter.
- Eurocopter. (1978). Manual de Vuelo Gazelle SA 342, Vol. 1. París. Publicaciones Eurocopter.
  
- [http://www.aerofull.com/new/index.php?option=com\\_content&view=article&id=50&Itemid=55](http://www.aerofull.com/new/index.php?option=com_content&view=article&id=50&Itemid=55) [Citado en Septiembre 2014]
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Combustible> [Citado en Septiembre 2014]
- <http://www.definicionabc.com/general/combustible.php> [Citado en Septiembre 2014]
- <http://www.aerodromolajuliana.es/pdf/jet.pdf> [Citado en Septiembre 2014]
- <http://aerowiki-info.blogspot.com/2013/09/v-behaviorurldefaultvmlo.html> [Citado en Septiembre 2014]
- [https://www.faa.gov/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aircraft/amt\\_airframe\\_handbook/media/amt\\_airframe\\_vol2.pdf](https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aircraft/amt_airframe_handbook/media/amt_airframe_vol2.pdf) [Citado en Octubre 2014]
- <http://www.slideshare.net/pitbar/sistema-de-combustible-de-aeronave> [Citado en Octubre 2014]
- <http://www.definicionabc.com/general/mantenimiento.php#ixzz3Kuww9edL> [Citado en Noviembre 2014]



# ANEXOS